
Т.М. САФРОНОВА

СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ББК 47.2
С21
УДК 639.2:664(075.8)

Редактор *С. Н. Шестак*

Рецензенты: кафедра технологии рыбных продуктов Астрыбвтуза
(*А. М. Гончаров*), *О. Е. Макаров* (Минрыбхоз СССР)

Сафронова Т. М.

С21 Сырье и материалы рыбной промышленности. — М.: Агропромиздат, 1991. — 191 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ISBN 5—10—002340—6

Рассмотрена характеристика промысловых рыб, беспозвоночных и водорослей. Обоснован выбор путей их использования и комплексной переработки. Приведены классификация принципов консервирования биологических объектов и их сравнительная характеристика. Обоснован выбор способа сохранения рыбы до обработки. Представлена характеристика материалов, используемых в рыбной промышленности.

Для технологов рыбной промышленности.

С $\frac{3903050000 - 070}{035(01) - 91}$ 303—90

ББК 47.2

ISBN 5—10—002340—6

© Т. М. Сафронова, 1991

ВВЕДЕНИЕ

Биологические ресурсы гидросферы — пресноводных, солоноватоводных и морских бассейнов Земного шара, включающие водоросли, беспозвоночных животных (моллюсков, ракообразных, иглокожих и др.), рыб и морских млекопитающих, издавна широко используются человечеством для приготовления различных пищевых, кормовых и технических продуктов, а также при создании медико-биологических препаратов.

Особенно объемными сделались мировое рыболовство и аквакультура в послевоенные годы, когда стремительное возрастание численности населения нашей планеты существенно опережало дефицит важнейших пищевых продуктов.

Если еще в 1950 г. мировой вылов водных объектов составлял 20,8 млн т и на каждого жителя Земли в среднем приходилось 8,2 кг добытой или выращенной рыбы, то в 1988 г. вылов возрос почти в 4 раза, достигнув 95 млн т. Несмотря на то что население планеты увеличилось с 2,5 до 5,3 млрд человек, их снабжение рыбными продуктами возросло более чем в 2 раза (с 8,2 до 17,9 кг на душу населения).

В настоящее время за счет использования рыбных продуктов человечество обеспечивает 25 % потребности в белках животного происхождения — наиболее жизненно важного компонента питания.

В Советском Союзе объем добытых и выращенных водных объектов достиг 11,5 млн т, что позволяет нашей стране находиться на втором месте среди всех других государств, занимающихся рыболовством. Потребление рыбных продуктов на душу населения составляет в СССР 18 кг в год.

Между тем запасы традиционных объектов морского промысла, таких, как треска, пикша, морские окуни, камбалы, лососи, сельди и др., а также большинства пресноводных обитателей во многих регионах оказались в депрессивном состоянии и рассчитывать на возрастание их улова невозможно.

В то же время в Мировом океане обитают многочисленные мезопелагические рыбы, а также антарктический криль, биомасса которых оценивается сотнями миллионов тонн. Однако промысловое использование затруднено из-за недостаточной разработки технологических схем переработки их на пищевую и кормовую продукцию и др.

Не столь многочисленны, но весьма разнообразны и другие представители животных Мирового океана, среди которых насчитывается более 1000 видов рыб и беспозвоночных. К важным объектам следует причислить мелких тунцов и акул, добыча которых может быть увели-

чена. Из беспозвоночных основными объектами промысла являются кальмары, креветки, крабы, двусторчатые моллюски, из водорослей — ламинарии.

Преобладающая часть рыбного сырья, составляющая в настоящее время более 70 % добычи, используется для производства пищевой продукции.

Согласно оптимальным нормам потребления различных рыбных продуктов, разработанным Академией медицинских наук СССР и принятым в стране, основная часть рыбы должна поступать потребителю в виде живой, охлажденной и мороженой продукции, при этом значительную долю должны составлять соленая и пряная рыба, консервы и пресервы.

Объем выпуска отдельных групп рыбной пищевой продукции еще не в полной мере отвечает предложенным нормативам и нуждается в совершенствовании.

Кроме пищевых продуктов, рыбохозяйственная отрасль производит кормовую, техническую и медицинскую продукцию широкого ассортимента.

На выработку кормовой и технической продукции используются малоценное в пищевом отношении сырье и отходы от разделки рыбы. Долю этого сырья следует увеличивать за счет роста выпуска разделанной рыбы и концентрации переработки отходов от разделки. Для производства этих видов продукции используют также отходы переработки ракообразных, моллюсков и водорослей.

В связи с тем что рост объема добычи и выпуска рыбных продуктов будет идти за счет расширения вылова новых объектов промысла при стабилизации улова традиционных объектов, возрастает значение вопросов, связанных с характеристикой сырья, принципами направления его в обработку, выбором путей комплексного использования сырья.

Важное место в обработке объектов морского промысла принадлежит методам сохранения качества улова при транспортировании и в процессе производства, которые могут быть выработаны на основе глубокого изучения посмертных изменений в сырье, их влияния на качество и выход готовой продукции.

Научного обоснования требуют вопросы, связанные с применением расширяющегося ассортимента материалов рыбной промышленности, особенно таких новых пищевых добавок, как эмульгаторы, стабилизаторы, загустители, антиокислители, нейтральные пищевые волокна, красители, ароматизаторы и вкусовые добавки.

Постоянного внимания требуют вопросы, связанные с внедрением новых полимерных и комбинированных материалов, используемых для производства тары, изучением влияния их на качество готовой продукции, разработкой нормативных требований к стойкости и безвредности тары, технологии ее использования.

Все сказанное привело к повышению роли раздела "Сырье и материалы" в технологии рыбных продуктов и выделению его в самостоятельную дисциплину.

Глава 1. РЫБЫ

Рыбы являются основным сырьем рыбной промышленности. Они отличаются разнообразными физическими свойствами, химическим составом, органолептическими характеристиками, определяющими их пищевую ценность.

§ 1. Строение тела и тканей

Тело рыбы состоит из трех плавно переходящих одна в другую частей: головы, туловища и хвоста. К голове относят часть тела от вершины рыла до конца жаберных крышек. Туловищем считают часть тела между концом жаберных крышек и анальным отверстием. Хвост расположен после анального отверстия и включает хвостовой стебель и хвостовой плавник. На туловище находятся парные грудные и брюшные плавники, а также непарные — спинной и анальный.

Под кожей, покрывающей тело рыбы, расположены мышцы, опирающиеся на костный или хрящевой скелет. В брюшной полости находятся внутренности — совокупность органов, выполняющих различные физиологические функции: сердце, пищеварительные органы (пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочная железа), почки, гонады (икра или молоки) и имеющийся не у всех рыб плавательный пузырь.

В полости головы расположены мозг и жабры.

Мускулатура рыб представлена тремя группами мышц: мышцами туловища, головы и плавников. Туловищная мускулатура, в свою очередь, состоит из четырех продольных мышц — двух спинных и двух брюшных, разделяющихся перегородками соединительной ткани. Мышцы головы и плавников состоят из поперечнополосатой мышечной ткани, но в отличие от туловищной мускулатуры не подразделяются на отдельные структуры, как мышцы туловища. Совокупность однотипных и близких по происхождению клеток, выполняющих общие функции в организме, называют тканью.

Ткани рыб, как и других животных, подразделяют на мышечную, эпителиальную, соединительную и нервную.

Мышечная ткань представляет собой сочетание мышечных клеток

(мышечных волокон) с веществами неклеточной структуры. По морфологическому строению у рыб различают поперечнополосатую мышечную ткань, гладкую и смешанную.

Поперечнополосатая мышечная ткань составляет всю скелетную мускулатуру, гладкая — ткани желудочно-кишечного тракта, кровеносных сосудов и др., смешанная — сердечную мышцу.

Поперечнополосатая мышечная ткань по массе преобладает среди остальных видов тканей. Она является наиболее ценной съедобной частью тела рыбы и поэтому представляет большой интерес в технологии рыбных продуктов.

У рыб различают три группы поперечнополосатых скелетных мышц: мышцы туловища, головы и плавников. У большинства рыб наиболее развиты мышцы туловища. Они разделены поперек зигзагообразными соединительнотканными перегородками на сегменты (миомеры), число которых соответствует количеству позвонков.

Миомеры имеют форму полых конусов, входящих один в другой и обращенных вершиной к голове рыбы.

Отдельные детали строения скелетных мышц хорошо различимы невооруженным глазом. Если рассматривать поверхность мышц после снятия кожи, то видны характерные ломаные линии, показывающие места расслоения миомеров соединительнотканными элементами (миосептами). На поперечном разрезе скелетных мышц видны неправильные concentрические окружности тех же структур. В миомерах мышечные волокна расположены продольно. Они покрыты рыхлой соединительной тканью, называемой перемизием. Концы мышечных волокон прикрепляются к миосептам, которые, в свою очередь, соединяются со скелетом и кожей. Тонкая пленка соединительной ткани связывает в одно целое близлежащие клетки, промежутки между которыми заполнены межклеточной жидкостью. Межклеточная жидкость обычно составляет 10–20 % массы мышечной ткани. Листки соединительной ткани в мышце проходят перпендикулярно от костей к коже и изгибаются по направлению к хвостовой части.

Мышечное волокно состоит из нитеобразных сократительных элементов — миофибрилл, собранных в параллельные пучки. Длина мышечных волокон различна, причем самые длинные волокна находятся в центральной части мышцы (показано стрелкой на рис. 1). Такое строение влияет на содержание некоторых веществ в различных участках мышцы.

В структуре миофибрилл имеется повторяющийся через примерно каждые 2,5 мкм структурный элемент. Миофибриллы окружены внутриклеточной жидкостью — саркоплазмой. Мышечные клетки включают ядра, митохондрий, лизосомы и рибосомы, а также высокодифференцированную внутриплазматическую сеть, называемую саркоплазматической сетью. Поверхность мышечного волокна ограничивает плазматическая мембрана, которая называется сарколеммой.

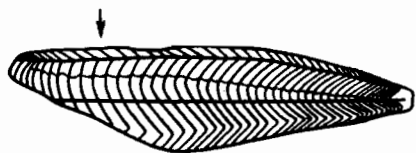


Рис. 1. Схематическое изображение филетрески, показанное с внутренней, прилегающей к позвонку, стороны

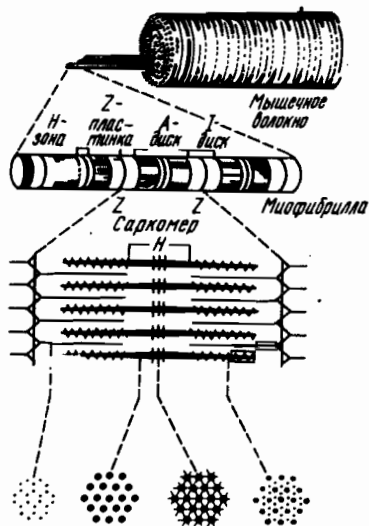


Рис. 2. Строение элементов поперечнополосатой мышцы позвоночных

В поперечнополосатых скелетных мышцах повторяющиеся единицы параллельно ориентированных миофибрилл расположены поперечными рядами, образуя заметную поперечную исчерченность — чередующиеся ряды светлых и темных полос. Светлые полосы названы изотропными, или I-дисками, темные — анизотропными, или A-дисками (рис. 2).

Оба вида дисков делятся пополам поперечными полосами, которые у I-дисков называются Z-пластинкой, а у A-дисков — M-полосой. Темные A-диски, в свою очередь, имеют в центре так называемую H-зону, отличающуюся меньшей плотностью по сравнению с остальной частью диска. Часть миофибриллы от одной Z-пластинки до другой называется саркомером, длина которого составляет 1,4—3,6 мкм. Каждая миофибрилла состоит из многочисленных мышечных нитей (филаментов). Различают тонкие и толстые нити: диаметр тонких составляет около 60 Å, толстых — 150—170 Å. I-диски состоят только из тонких филаментов, а в A-дисках находится как тот, так и другой вид филаментов, что обуславливает характерное двойное лучепреломление этих дисков. В A-дисках толстые нити расположены в виде гексагональной системы относительно друг друга. В то же время каждая толстая нить окружена в гексагональном порядке шестью тонкими нитями. Толстые нити проходят по длине A-диска непрерывно, тонкие же нити начинаются от Z-пластинки, тянутся на протяжении I-диска, заходят в A-диск и заканчиваются у края центральной H-зоны.

В пределах плотных участков A-дисков между толстыми и тонкими филаментами наблюдаются регулярно расположенные поперечные мостики, представляющие собой выступы толстых нитей и являющиеся единственной структурной связью между толстыми и тонкими нитями.

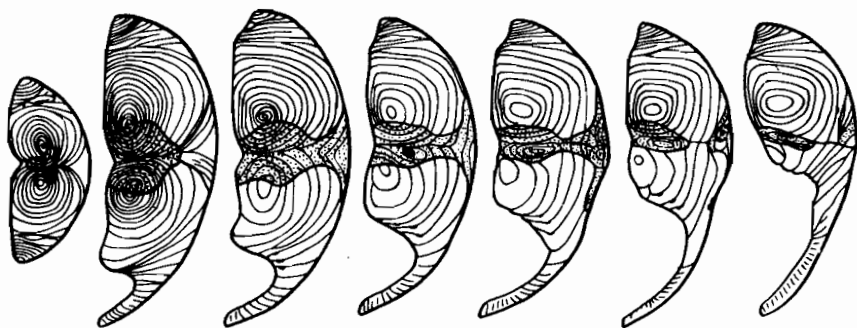


Рис. 3. Соотношение темной и светлой мускулатуры на поперечных разрезах тела тунца, сделанных на различных участках, начиная от хвоста (слева) и кончая головой (справа)

Часть мускулатуры рыб нередко бывает окрашена в коричневый, бурый или красноватый цвет и в отличие от белой называется темной мускулатурой.

Соотношение темных и белых мышц существенно различается у разных видов рыб, увеличиваясь с ростом плавательной активности.

У большинства рыб темная мускулатура составляет до 10 % массы всех мышц, однако у некоторых рыб она выше. Масса темной мускулатуры сильно варьирует в различных частях тела рыбы (рис. 3).

У большинства рыб темные мышцы располагаются непосредственно под кожей вдоль боковой линии. Однако некоторые активно плавающие рыбы обладают дополнительным тяжем темных мышц вдоль позвоночника. Кроме того, темные мышечные волокна у отдельных видов рыб расположены мозаично среди белых мышц.

Эпителиальная ткань подразделяется на покровную и ткань, из которой построены железы, секретирующие различные вещества.

Покровная эпителиальная ткань выстилает разные поверхности (кожу, кишечник, кровеносные сосуды и т. п.). Эта ткань представляет собой полупроницаемую пленку, клетки которой плотно прилегают одна к другой и лишены собственной оболочки, однако имеют уплотненную снаружи протоплазму.

Соединительная ткань объединяет несколько видов тканей, общим в строении которых является наличие в ткани соединительнотканых клеток и расположенного между ними так называемого межклеточного, или основного, вещества.

В зависимости от консистенции межклеточного вещества соединительная ткань делится на рыхлую, плотную, твердую и жидкую.

Рыхлая соединительная ткань содержит значительное количество основного вещества, представляющего собой аморфную студенистую массу и волокнистые образования.

Соединительная ткань, содержащая значительное количество жировых клеток, называется жировой тканью.

В теле рыбы в зависимости от расположения различают жировую ткань: подкожную, красной мускулатуры, спинную, брюшную, внутримышечную, прикостную и внутренних органов.

Количество жировых клеток и общее количество жира в них значительно колеблется.

Разновидностью рыхлой соединительной ткани является пигментная ткань. К рыхлой соединительной ткани относится слизь, выделяемая слизевыми клетками. Основное вещество слизистой ткани однородно, причем его образуется больше у рыб, не имеющих чешуи или имеющих незначительное количество ее.

Плотная соединительная ткань, содержащая коллаген, составляет различные сухожилия и дерму кожи.

К плотной соединительной ткани относится и хрящевая ткань, выполняющая роль опорной ткани в скелете акул, скатов, осетровых рыб.

Твердая соединительная ткань, составляющая кости рыб, содержит в большом количестве, кроме основного вещества и соединительнотканых клеток, минеральные соли. По составу близки к костям и плавники рыб.

К жидкой соединительной ткани относится кровь, состоящая из форменных элементов (клеток) и плазмы, представляющей собой жидкое промежуточное вещество.

К форменным элементам крови относятся эритроциты (красные кровяные тельца), лейкоциты и тромбоциты.

Количество крови в теле рыб колеблется от 2 до 6 % общей массы тела рыбы. Количество крови зависит от вида и возраста рыб.

Пресноводные костистые рыбы содержат крови меньше, чем морские костистые рыбы.

Морские хрящевые рыбы (акулы, скаты) также отличаются от морских костистых рыб более низким уровнем содержания крови. Более подвижные рыбы содержат в теле больше крови, чем малоподвижные.

Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейронов), своеобразного симпластического вещества (невроглии) и соединительнотканых клеток (микроглии). Нервная ткань по массе составляет незначительную часть тела рыбы, однако объединяет в одно целое большое число различных клеток и обеспечивает координацию многих процессов, в частности сокращение мышц.

§ 2. Морфометрическая характеристика и массовый состав

Различают четыре основные формы тела рыб: торпедообразная, стреловидная, плоская и змеевидная.

Для характеристики размеров рыбы применяют несколько основных параметров: длину абсолютную и промысловую, длину тушки, длину головы, наибольшие толщину и высоту тела.

Абсолютную длину определяют по прямой линии от вершины рыла до конца лучей хвостового плавника.

Промысловую длину измеряют от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника. Промысловую длину используют для характеристики рыб в промышленности и торговле.

Для создания современной рыбообрабатывающей техники, проведения энергетических расчетов, процессов массообмена используют гораздо больший перечень морфометрических данных, характеризующих форму и размеры тела рыбы.

Длина и масса тела различных видов рыб колеблются в широких пределах: длина от десятков до сотен сантиметров, масса — от нескольких граммов до сотен килограммов.

Между массой рыбы G (в кг) и ее абсолютной длиной L (в м) существует связь, выражаемая уравнением кубической параболы вида $G = KL^3$.

Параметр параболы K может быть выражен отношением абсолютной длины тела к его высоте — $B : K = 90,36 (L/B)^{-1,495}$

Под массовым составом рыбы понимают соотношение массы отдельных частей ее тела и органов, выраженное в процентах массы целой рыбы.

Основной частью по пищевой значимости и количеству в рыбе является мясо. Мясом рыб называют туловищные мышцы вместе с заключенными в них соединительной и жировой тканями, кровеносными и лимфатическими сосудами и мелкими межмышечными косточками, имеющимися не у всех видов рыб.

Содержание мяса у большинства рыб составляет 45–60 % массы целой рыбы. У разных видов рыб масса целых ястыков составляет 5–35 % массы тела рыбы. Масса молок у самцов обычно составляет 3–5 %, а у некоторых рыб 10–12 % массы целой рыбы.

В зависимости от вида рыбы и степени созревания гонад масса икры в ястыках составляет 75–95 %.

Масса печени у подавляющего большинства рыб составляет 0,5–4,0, а у некоторых рыб 10 % и более массы рыбы.

Внутренности обычно составляют 3–6, а в период интенсивного питания 10–15 % массы целой рыбы.

Относительная масса головы составляет 10–40, костей и хрящей 5–12, плавников 0,3–5,6, кожи 2–8, чешуи до 5,8 % массы рыбы.

Массовый состав рыбы исключительно непостоянен и зависит от ее вида, пола, физиологического состояния и времени лова.

Зависимость массового состава от пола рыбы определяется в основном массой зрелых гонад у самцов и самок.

Сезонные различия в массовом составе рыбы связаны с одной сто-

роны с изменением размеров гонад, а с другой — с неравномерностью питания и, следовательно, различной степенью упитанности рыбы в разное время года.

У рыб с возрастом увеличивается количество мяса за счет развития мышечной и жировой тканей.

В теле рыбы с некоторой долей условности различают съедобные и несъедобные части. К съедобным частям относятся мясо, развитые гонады (икра и молоки), печень, к несъедобным — кожа, кости, плавники, чешуя, желудочно-кишечный тракт.

При промышленной разделке рыбы образуется меньшее количество съедобных частей, чем при препаративном разделении органов и тканей, проводимом с целью определения массового состава тела рыбы.

Количество отходов зависит от вида рыб, их физиологического состояния, а также способа разделывания и вида используемых для этих операций машин.

Наибольшее количество отходов представлено головами рыб. При разделывании таких рыб, как морской окунь, ставрида, макрурус, морской карась, головы достигают 30 % массы обрабатываемой рыбы. При разделывании сельдевых, камбаловых, лососевых, сиговых на долю голов приходится около 10 % массы рыбы.

Кости и хрящи составляют от 5 до 12 % массы разделываемой рыбы. Отходы плавников составляют от 1 до 22 %, чешуи — от 0,5 до 5 %, кожи — от 2 до 15 %. Наибольшим колебаниям подвержена масса отходов, представленная внутренностями и зависящая от степени созревания гонад в рыбе. Здесь доля отходов с учетом икры и молок колеблется от 8 до 30 % массы рыбы.

Прирези мяса образуются при удалении голов, плавников, кожи. На величину отходов мяса влияет выбранный способ отсечения головы. Например, при удалении головы у трески прямым резом отсекается 7–10 % мяса, при использовании наклонного реза под углом 60° количество мяса в отходах составляет 5 %. Еще более экономным является фигурный рез при отделении головы.

Количество прирези мяса при удалении плавников составляет 1–2, а иногда и 5 %, при удалении кожи — примерно такие же количества. Количество отходов мяса увеличивается при разделывании, например, пелагических рыб, когда вместе с кожей удаляется и темное мясо. Наибольшие потери мяса наблюдаются при производстве обесшкуреного филе, достигающие 10–15 %.

На количество отходов при разделывании рыбы влияют, помимо видовых и биологических факторов, качество сырья, степень совершенства применяемой разделочной техники и квалификация рабочих при ручном осуществлении операций разделывания. При разделывании рыбы, имеющей механические повреждения, количество отходов возрастает, так как возникает необходимость в удалении поврежденных участков тела.

Снижение количества отходов при механизированной разделке связано с выбором наиболее экономного направления реза головы, в то же время не ведущего к значительному усложнению разделочных устройств.

Значительного сокращения отходов можно достичь предварительной сортировкой рыбы по размеру и поочередным разделыванием ее отдельных размерных фракций.

Возможности рационального и полного использования всех частей тела рыбы позволяют при разделывании не усложнять конструкции машин, а наличие значительного количества прирезей мяса, например на головах рыб, используемых в дальнейшем для пищевых высокоценных продуктов, не снижает экономических показателей работы предприятий.

Способы разделывания, допустимое количество отходов оговорены в соответствующих нормативно-технических документах и должны соблюдаться в обязательном порядке.

§ 3. Структурно-механические характеристики

Структурно-механические характеристики представляют собой физические свойства продуктов, в том числе рыбы. Они проявляются при механическом воздействии на продукт и характеризуют его сопротивляемость приложенным извне усилиям.

Основные структурно-механические свойства классифицируют по характеру приложения к продукту внешних усилий и вызываемым ими деформациям. Сдвиговые свойства проявляются при воздействии касательных усилий, компрессионные – при воздействии нормальных усилий и поверхностные – при сдвиге или отрыве продукта от твердой поверхности.

Каждая группа свойств характеризуется множеством показателей: вязкостью, пределами текучести, периодами релаксации, модулями упругости, коэффициентами внешнего трения и т. п.

При изучении реальных продуктов с помощью структурно-механических свойств их рассматривают не только комплексно, но и по наиболее характерным признакам, объективно отражающим характерные внутренние связи.

Для технических целей допустимо деформируемый пищевой продукт рассматривать с макроскопической точки зрения в качестве сплошной деформируемой среды, не учитывая сложные молекулярные движения в телах.

Структурно-механические характеристики используют при расчетах гидромеханических, термических, массообменных процессов, для расчета процессов течения продуктов в рабочих органах машин, при определении качества продукции.

Ткани и органы рыбы как дисперсная система относятся к твердым эмульсиям, где дисперсионной средой является непрерывная твердая

фаза, а дисперсной фазой — раздробленная, состоящая из неконтактирующих между собой частиц, жидкость.

Структурно-механические свойства материала зависят от формы и размера тела, скорости нагружения, состояния поверхности, влияния окружающей среды, структуры материала, его температуры и других факторов.

Наиболее широко используются сдвиговые свойства материалов и, как следствие этого, распространение классификации пищевых продуктов по сдвиговым характеристикам, в частности по величине отношения напряжения сдвига θ_c (в Па) к произведению плотности продукта ρ (в кг/м³) на ускорение свободного падения g (9,8 м/с²), которое представляет собой меру способности вещества сохранять свою форму.

$\theta_c/(\rho g)$, м	Состояние вещества
Менее 0,005	Структурные жидкости
0,005–0,02	Жидкие пасты
0,02–0,15	Густые пасты
Более 0,15	Твердые тела

Другими важнейшими сдвиговыми свойствами являются пластическая и эффективная вязкость в период релаксации: наибольшая вязкость неразрушенной структуры и вязкость предельно разрушенной структуры; модули упругости сдвига, предельное напряжение сдвига; прочность структуры при упругохрупком или эластичном разрыве и при пластично-вязком разрушении.

К компрессионным свойствам относятся плотность, коэффициент бокового давления, коэффициент Пуассона, модули упругости. Плотность, как одно из компрессионных свойств, является существенной характеристикой, используемой как при расчете машин и аппаратов, так и при оценке качества продукции.

Среднюю плотность ρ (в кг/м³) для сравнительно небольшого объема определяют из соотношения $\rho = MV$, где M — масса продукта в кг; V — объем продукта в м³.

К поверхностным свойствам относятся адгезия (липкость) и коэффициент трения, занимающие особое место среди структурно-механических свойств.

Поверхностные свойства характеризуют усилие взаимодействия между поверхностями конструкционного материала и продуктом при нормальном отрыве или сдвиге. Адгезия (липкость) для большинства пищевых продуктов обуславливает величину усилия внешнего трения.

Несмотря на то что в явлениях адгезии участвует ряд механизмов на молекулярном и надмолекулярном уровнях и учет их весьма затруднен, для практических целей достаточно описания процесса отрыва пластин от продукта согласно следующему уравнению, если ρ_0 (в Па) представляет собой адгезию (липкость):

$$1/\rho_0 = h/2\alpha + C/w_c,$$

где h – толщина слоя продукта между пластинами, м; α – коэффициент, аналогичный коэффициенту поверхностного натяжения, Н/м; C – коэффициент пропорциональности, зависящий от состава продукта, активности контактирующих групп, размера частиц и характеризующий темп убывания площади контакта, м²/с; w_c – скорость увеличения силы отрыва, т. е. отношение текущего значения силы к времени ее действия, Н/с.

Плотность рыбы в процессе ее обработки значительно изменяется. Например, плотность потрошеной рыбы составляет 1050–1080, мороженой – 922–987 кг/м³.

Плотность рыбы зависит от ее состояния, вида, размера и колеблется от 700 до 1000 кг/м³.

Живая рыба имеет большую плотность, чем снулая. При замораживании рыбы ее плотность уменьшается. Например, плотность живого серебристого хека составляет 920, в состоянии посмертного окоченения 850, в мороженом виде – 550 кг/м³.

Центр тяжести тела рыбы находится в передней ее части, ближе к голове, что определяет положение рыбы "головой вперед" при ее падении или передвижении по наклонной плоскости.

Угол естественного откоса (угол наклона к горизонтам линии, образующей коническую поверхность насыпанной на площадку рыбы) зависит от вида и состояния рыбы: для живой рыбы он колеблется в пределах 15–24, для снулой 17–37, для мороженой 30–60°.

Для рыбы угол скольжения (минимальный угол наклона поверхности, при котором рыба, положенная на нее, начинает скользить вниз под действием силы тяжести) составляет от 10 до 60° в зависимости от вида рыбы, ее свежести и материала поверхности скольжения. Тангенс угла скольжения представляет собой коэффициент трения.

§ 4. Теплофизические свойства

Наиболее важными теплофизическими свойствами рыбы являются теплоемкость, коэффициент теплопроводности, температуропроводность и энтальпия (теплосодержание).

Теплоемкость – количество тепла, поглощаемое телом при нагревании на 1° (1°С, или 1 К). Теплоемкость единицы массы (г, кг) называется удельной теплоемкостью. Она колеблется в пределах 3,0–3,7 Дж/(кг·К) и зависит от химического состава рыбы, в основном от ее жирности, с увеличением которой удельная теплоемкость уменьшается.

Коэффициент теплопроводности (количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности слоя рыбы определенной толщины при разности температур поверхностей слоя 1 К) для охлажденной рыбы равен примерно 0,4–0,5 Вт/(м·К). При замораживании рыбы коэффициент теплопроводности значительно увеличивается – 1,2 Вт/(м·К). Он зависит от химического состава рыбы. При уменьше-

нии содержания в рыбе жира коэффициент теплопроводности возрастает.

Температуропроводность рыбы (скорость изменения температуры тела рыбы при нагревании или охлаждении) составляет $(0,1100 - 0,1200) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Она, как и коэффициент теплопроводности, зависит от химического состава рыбы. Температуропроводность значительно возрастает после размораживания рыбы.

Энтальпия (теплосодержание) рыбы, как и других пищевых продуктов, при любых температурах зависит от влагосодержания W . Энтальпия рыбы i (кДж/кг) при температуре t_p ($^{\circ}\text{C}$) от 0 до 30°C может быть рассчитана по формуле

$$i = [(0,75W + 0,25) \cdot t_p + 114W - 12,2] \cdot 4,187.$$

§ 5. Электрофизические, оптические и акустические свойства

Основными физическими показателями рыбы, используемыми при ее обработке и контроле процессов СВЧ-энергией, инфракрасным излучением, акустическими колебаниями в широком диапазоне частот и температур, являются электрофизические, оптические и акустические.

Электрофизические свойства описываются комплексной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$, где ϵ' — действительная часть, называемая диэлектрической проницаемостью, прямо влияющей на количество энергии, которая может быть запасена в материале в форме электрического поля; ϵ'' — мнимая часть, называемая фактором потерь, является мерой того, сколько энергии может рассеять материал в форме тепла; $j = \sqrt{-1}$.

Рыба как объект с точки зрения ее поведения в электромагнитном поле представляет собой гетерогенную смесь диэлектриков (чистые белки, жиры, углеводы, вода) и проводников (водные растворы солей), что затрудняет изучение и математическое описание ее свойств.

Величины ϵ' и ϵ'' зависят от частоты излучения, температуры и состава рыбы.

Значения ϵ' и ϵ'' максимальны при низких частотах. С увеличением частоты они резко уменьшаются.

Изменение температуры от 0 до 30°C не вызывает изменений в диэлектрических характеристиках рыбы. С повышением температуры, когда происходит перераспределение влаги за счет денатурации белков и дальнейшей потери влаги тканями рыбы, значение диэлектрических характеристик изменяется: ϵ' уменьшается, а ϵ'' увеличивается, достигнув максимума при 60°C , затем с дальнейшим повышением температуры уменьшается.

Одним из определяющих факторов химического состава рыбы, существенно влияющих на диэлектрические характеристики ее, является влажность.

Зависимость диэлектрических характеристик от влажности тканей рыбы в связи с разнообразием форм связи влаги в материале носит сложный характер. Для расчета зависимостей ϵ' и ϵ'' от W используют эмпирические формулы. При изменении влажности от 30 до 80 % значения ϵ' и ϵ'' мышечной ткани рыбы увеличиваются.

Увеличение жирности рыбы приводит к уменьшению ϵ' и ϵ'' . Подобное изменение диэлектрических характеристик происходит и с изменением плотности тканей рыбы.

Рыба, как и большинство пищевых продуктов, является многокомпонентным материалом, отличающимся сложностью микроструктуры, а следовательно, и большой оптической плотностью.

Оптические свойства рыбы оценивают многими характеристиками, в том числе коэффициентами поглощения и рассеяния, коэффициентом экстинкции.

К терморадационным характеристикам относятся величины, характеризующие свойства материала поглощать, отражать или пропускать падающее извне излучение, а также излучать энергию.

Наибольшей отражательной способностью ткани рыбы обладают в ближней области ИК-спектра в диапазоне 0,76–1,25 мкм. Мышечная ткань рыбы обладает меньшей пропускательной способностью, чем кожа.

В области спектра 0,8–1,4 мкм рыба как материал обладает слабым поглощением и сильным рассеянием. Проникновение излучения в глубь материала достигает 20–30 мм. Ее отражательная, пропускательная и поглощательная способности значительно зависят от толщины слоя образца, его микроструктуры, плотности и влагосодержания, а также условий облучения.

В области спектра 1,5–2,5 мкм происходит изменение оптических свойств рыбы от слабого до среднего и даже сильного поглощения и от сильного до среднего и даже слабого рассеяния.

В области спектра 2,8–15 мкм поглощение излучения становится сильным, а рассеяние слабым.

§ 6. Химический состав

Ткани тела рыбы и состоящие из них органы различны по своему строению и химическому составу и представляют собой неоднородное пищевое и техническое сырье.

Основными соединениями, из которых построены ткани и органы рыб, являются вода, белки, липиды, минеральные вещества. Кроме них, в состав рыбы входят в незначительных количествах важные и разнообразные по составу и свойствам продукты белкового и липидного обмена, углеводы и продукты их обмена, витамины, гормоны, ферменты, красящие вещества.

Отдельные химические соединения распределены в органах и тканях рыбы неравномерно (табл. 1).

1. Содержание отдельных веществ в различных частях тела рыбы, %

Части тела рыбы	Вода	Белковые вещества	Липиды	Минеральные вещества
Мясо	80,8	17,6	0,3	1,2
Кожа	69,2	27,4	0,4	3,0
Голова	79,0	14,6	0,4	6,0
Кости	74,0	15,0	0,5	10,5
Плавники	73,0	15,7	1,2	8,8
Икра	75,8	20,0	1,8	1,3
Молоки	84,5	12,4	1,5	1,6
Печень	27,5	5,3	65,8	0,4

Мышечная ткань в отличие от других частей тела рыбы содержит значительное количество белковых веществ и воды, но меньше минеральных веществ. Особенно значительным колебаниям подвержено содержание липидов в мясе рыбы: от 0,2 до 20 % и более.

По сравнению с мясом рыбы в икре содержится гораздо больше азотистых веществ и меньше воды и минеральных веществ.

Содержание азотистых веществ в икре составляет в среднем 26–28, воды – 55–75 %. Содержание жира в икре в среднем составляет 1–2 %, а в икре некоторых видов 14–15 %. Минеральных веществ в икре содержится больше, чем в мясе рыбы, в среднем 1,5–2 %.

Молоки по сравнению с икрой более обводнены (содержание воды 60–80 %) и содержат меньше азотистых веществ (12–18 %). Жира в них содержится столько же, сколько в икре.

Печень рыбы содержит мало белковых веществ и много липидов.

Кости рыб содержат значительное количество минеральных веществ, липидов и азотистых веществ.

Кожа рыб отличается от мяса более низким содержанием воды (60–70 %) и максимальным содержанием азотистых веществ.

Для внутренностей рыб (пищевода, желудка, кишечника, почек, поджелудочной железы, пилорических придатков) характерны значительные колебания содержания жира (до 80 %) и воды (50–80 %).

В плазме крови содержатся вода, белки, соли и конечные продукты обмена веществ. Органические вещества крови рыб составляют до 7 %, из них большая часть представлена белками. Минеральные вещества составляют 1,3–1,8 % массы крови. В эритроцитах рыб содержится примерно 60 % воды и 40 % сухого остатка, в котором до 95 % гемоглобина и 5 % других белков, а также липидов.

Лейкоциты богаты протеолитическими и липолитическими ферментами.

В не меньшей степени, чем различиями в количественном составе, органы и ткани рыб различаются по качественному составу и свойствам отдельных групп веществ.

Вода. Вода является самым важным по количеству веществом в составе тела рыбы и относится к наиболее подвижным компонентам.

Рыба по сравнению с наземными животными имеет более обводненные ткани. Содержание воды в мясе рыб колеблется от 46,1 до 84,2 %.

Минимальное количество воды характерно, например для тихоокеанской жирной сельди (48 %), максимальное — зубатки (91,8 %) и макруруса (92,9 %).

Содержание воды в рыбе зависит от вида, упитанности, физиологического состояния ее. Наибольшее количество воды наблюдается у голодающей или нерестящейся рыбы. Содержание воды в мясе истощенной рыбы тем больше, чем больше ее размеры. Содержание воды у рыб уменьшается с возрастом и упитанностью. Различно содержание воды в отдельных тканях: в жировой — минимальное; в мышечной, соединительной, особенно в крови, слизи — максимальное.

Для описания состояния воды в биологических объектах используют параметры, характеризующие изменение свойств воды и других компонентов объекта под влиянием различных факторов.

Существуют понятия свободной и связанной воды. Под свободной понимают такую воду, молекулы которой образуют структуру, близкую к структуре обычной воды. К свободной воде относят механически и осмотически удерживаемую воду с характерной для нее низкой энергией связи.

Вода, прочно удерживаемая растворенными и нерастворенными гидрофильными веществами, считается связанной. Окружая функциональные группы белковых молекул, связанная вода оказывает влияние на стабилизацию их пространственной конфигурации. Связанная вода отличается от свободной тем, что замерзает при более низких температурах, обладает меньшей способностью растворения, меньшей теплоемкостью, повышенной плотностью. К тому же диэлектрическая постоянная связанной воды близка к нулю.

Количество связанной влаги в материале зависит от его дисперсности: чем больше его дисперсность, тем больше связанной влаги.

Для пористых материалов большое значение имеет радиус капилляров, так как с уменьшением радиуса увеличивается прочность связи влаги с материалом. В тканях животных содержание связанной воды составляет 8—10 % ее общего количества.

В живых клетках содержится больше связанной воды, чем в мертвых. Связь воды с белками нарушается при воздействии на ткани рыбы тепла, электролитов, механических сил и других факторов.

Мера прочности связи воды в материале может быть выражена различными способами.

При исследовании влажных продуктов методом ядерно-магнитного резонанса установлено до шести фракций воды, различающихся подвижностью ее молекул.

Соотношение отдельных фракций воды может быть использовано

для характеристики продукта: его физиологического состояния, степени свежести, количества вымороженной воды и др.

Состояние воды как растворителя, выраженное через ее активность, определяют из зависимости $a_w = p/p_0$, где a_w — активность воды; p — давление водяного пара в пограничном между продуктом и воздухом слое; p_0 — давление водяного пара над чистой водой при одинаковых условиях.

Активность воды (в долях единицы или процентах) равна для чистой воды 1,0, для свежей рыбы 0,98.

Активность воды является функцией влагосодержания продукта, его химического состава и структуры.

От активности воды зависит жизнедеятельность микроорганизмов на продукте, а также интенсивность ферментативных и химических процессов. Для каждого процесса и вида продукта характерна своя оптимальная величина активности воды.

Для характеристики состояния воды в тканях рыбы широко используют показатель влагоудерживающей способности (ВУС), который определяют как количество клеточного сока, выделенного тканью при механическом воздействии на нее (прессованием или центрифугированием), и выражают в единицах объема или массы сока на 100 г ткани или в процентах.

Составные части рыбы способны к удержанию больших количеств воды, т. е. мясо рыбы обладает высокой влагоудерживающей способностью (ВУС). Величина ВУС мяса рыбы колеблется в значительных пределах (10–25 %) и зависит от вида рыбы, степени ее свежести, температуры хранения, мест и глубины обитания и других факторов.

Количество выделяющегося тканью сока позволяет косвенно судить о различных изменениях в ней: гистологических, денатурационных, а также о проницаемости мембран мышечного волокна, степени сокращения мускулатуры, механическом воздействии на рыбу или ее отдельные ткани.

Влагоудерживающая способность мяса рыбы играет важную роль во многих технологических процессах.

Белки. Белки входят в состав всех органов и тканей рыб, причем их количество и качественный состав подвержены значительным колебаниям. В мясе рыбы содержание белков колеблется в основном от 10 до 22 %.

По содержанию белка в мясе рыб их классифицируют на 4 группы, для каждой из которых характерна своя величина отношения содержания белка к содержанию воды, называемая белково-водным коэффициентом (БВК).

Группа рыб	Содержание белков, %	БВК
Низкобелковые	До 10	0,072–0,084
Среднебелковые	10–15	0,130–0,180
Белковые	15–20	0,214–0,261
Высокобелковые	Более 20	0,264–0,374

В тканях тела рыб находятся простые и сложные белки, причем преобладают простые белки: актин, миозин, актомиозин, тропомиозин, тропин, коллаген, эластин.

К сложным белкам рыб относятся нуклеопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды, хромопротеиды (гемоглобин, миоглобин).

Белки рыб в зависимости от их способности растворяться в определенных условиях делят на фракции. В настоящее время принято делить белки на три фракции: 1) миофибриллярную, растворяющуюся при высокой ионной силе растворителя; 2) саркоплазматическую, растворяющуюся при низкой ионной силе; 3) строму, или нерастворимую фракцию.

Если свежемельченную ткань сначала экстрагируют фосфатным буфером с pH 7,5 и ионной силой 0,05, в растворе получают саркоплазматическую фракцию белков. Вторичная экстракция ткани, оставшейся после извлечения саркоплазматических белков, фосфатным буфером, но уже с pH 7,2 и ионной силой 0,5 позволяет получить в растворе миофибриллярные белки. К строме, или нерастворимой фракции, относят часть ткани, оставшуюся нерастворенной после обработки ее третьим раствором — 0,1 М натриевой щелочью.

В саркоплазматическую фракцию входят следующие белки: глобулин х, миоген, миоглобин и гемоглобин. В мышцах рыб они составляют 26—30 % общего количества белков. В миофибриллярную фракцию входят белки тропомиозин, актин, миозин, актомиозин в количестве около 65 %. Наименьшее количество в мышечной ткани рыб составляют белки нерастворимой фракции коллаген и эластин (около 3 % у костистых и 10 % у хрящевых рыб).

Помимо названных выше белков, составляющих основную часть этих веществ в мясе рыбы, современные методы исследований, такие, как электрофорез, позволили определить еще около 30 ранее неизвестных белков, в основном ферментов, содержание которых составляет незначительные количества, и отнесенных поэтому к так называемым минорным белкам.

Наибольшей электролитической подвижностью обладают саркоплазматические белки. На электрофореграммах различают до 10 фракций саркоплазматических белков, которые являются специфическими для различных видов рыб. Количество, состав и свойства различных белков рыб, выделенных в чистом виде, неодинаковы.

Наибольшее количество в белках мышц приходится на долю миозина (30—40 %). Молекулярная масса миозина достигает 840 000.

Миозин растворим в высококонцентрированных растворах солей. Протеолитические ферменты расщепляют миозин на два белка: Н-меромиозин, обладающий АТФ-ной активностью, и L-меромиозин, не обладающий АТФ-ной активностью. Миозин обладает способностью хорошо связывать двухвалентные ионы кальция и магния, образовывать комп-

лексные соединения с липидами. Денатурация миозина начинается при температуре 37 °С.

Экстрагированный из мышц различных рыб миозин при хранении способен агрегировать. Скорость агрегации миозина различных видов рыб неодинакова.

Миозин рыб значительно отличается от миозина млекопитающих. Он легче подвергается тепловой денатурации и быстрее переваривается ферментами.

Белок актин содержится в мышечных тканях рыб в количестве 15–20 % общего количества белков. Его молекулярная масса 130 000. В растворах актин существует в глобулярной (G-актин) и фибриллярной (F-актин) формах, различающихся своими свойствами, в том числе и электрофоретической подвижностью. В мясе рыбы G-актин связан с АТФ и в таком состоянии способен образовывать фибриллярную форму. В процессе перехода G-актина в F-актин АТФ дефосфорилируется с образованием аденозиндифосфорной кислоты, которая остается связанной с белком. Актин обладает способностью связываться с миозином и при этом образовывать актомиозин.

Актомиозин мышц рыбы легче растворяется в солевом растворе и более легко денатурирует, чем актомиозин теплокровных животных. Температура денатурации актомиозина для различных видов рыб составляет 25–35 °С.

На тропомиозин приходится 2–3 % общего количества белков мяса рыб. Его молекулярная масса 68 000. Он участвует в регулировке мышечного сокращения, стабилен к нагреву, легко очищается от примесей других белков.

Количество миоглобина в темных мышцах рыб достигает 1–2 %, причем он является источником кислорода в мышце.

Коллаген представлен группой белков. Количество его колеблется в пределах 4 % общего содержания белков рыб. Коллаген является основным компонентом соединительной ткани, в значительной степени определяющим функциональные, структурно-механические свойства мяса рыбы.

Коллаген из нативной ткани можно частично (от 3 до 15 % общего его количества) экстрагировать различными растворами. В зависимости от состава растворов получают разновидности растворимого коллагена, называемые тропоколлагеном. Тропоколлаген является основной структурной единицей коллагена. Молекулярная масса тропоколлагена до 350 000. Для него характерна упорядоченная трехступенчатая структура. Он представляет собой тяж, скрученный тройной спиралью. В тропоколлагене существуют и бесструктурные участки, строительные элементы в которых не имеют строгой пространственной ориентации. В образовании коллагеновых волокон важную роль играют гликозаминогликаны.

В воде коллаген набухает, поглощая воду в количестве, зависящем от рН и содержания нейтральных солей. В изoeлектрической точке при рН от 7,0 до 7,8 набухание коллагена минимальное.

Ферментативный гидролиз коллагена возможен только в присутствии коллагеназы — фермента, вырабатываемого некоторыми болезнетворными бактериями.

Протеазы различных видов вызывают гидролиз денатурированного коллагена.

Денатурация коллагена при тепловой обработке и превращение его в растворимый желатин являются важнейшими технологическими свойствами этого белка. На свойства коллагена влияют возраст рыбы, стадия созревания гонад, условия питания.

Физико-химические изменения коллагена при хранении свежей рыбы и ее обработке влияют на прочность соединительной и опорной ткани и расслоение мяса по септам.

Коллаген костистых рыб иногда называют ихтиолом. По структуре он мало чем отличается от коллагена млекопитающих, а коллаген хрящевых рыб (акулы и ската), называемый еще эластоидином, по структуре различается с ихтиолом и коллагеном млекопитающих.

Эластин в мясе рыб содержится еще в меньших количествах, чем коллаген. Его молекулярная масса от 60 000 до 100 000. В тканях эластина находится в виде тонких, очень упругих нитей. Эластин не переваривается протеолитическими ферментами и не желатинизирует при тепловой обработке.

Мышечные белки, особенно миофибриллярные, обладают способностью связывать ионы. Ионы кальция, магния, цинка влияют на консистенцию и водоудерживающую способность мышечной ткани.

В связи с наличием в белках разнообразных свободных полярных групп (гидроксильных, карбоксильных, аминных, сульфгидрильных) мясо рыбы способно связывать воду, что определяет состояние белков в мышечной ткани в виде гелей и зелей. В водной среде белки являются многовалентными амфотерными электролитами, причем характер взаимодействия их с водой зависит от рН среды.

Биологические свойства отдельных фракций белков рыб определяются их аминокислотным составом.

Практически все белки рыб, за исключением коллагена, являются полноценными.

Небелковые азотистые вещества. К группе небелковых азотистых веществ относятся промежуточные и конечные продукты обмена белков, а также низкомолекулярные соединения, содержащие азот. Небелковые азотистые вещества выделяют путем экстракции всех растворимых азотистых веществ из тканей фосфорным буфером с рН 7,2 и ионной силой 0,5 и последующего осаждения из полученного раствора небелковых азотистых веществ 5–20 %-ной трихлоруксусной кислотой.

Небелковые азотистые вещества выполняют определенные физио-

логические функции в процессе обмена веществ и энергии в организме. От их количества и состава зависят органолептические свойства продуктов из рыбы.

В мышцах рыб небелковые азотистые вещества растворены в клеточной плазме и межклеточной жидкости. Азот небелковых азотистых веществ составляет в мясе костистых рыб 9–14 %, хрящевых — до 40 % общего количества азота в мясе.

Содержание небелковых азотистых веществ изменяется в зависимости от вида, возраста, пола, физиологического состояния рыбы. Количество и качественный состав небелковых азотистых веществ мяса рыб отличаются от таковых теплокровных животных.

Индивидуальные небелковые азотистые вещества рыб принято классифицировать на следующие группы по их химической принадлежности к определенным классам соединений:

триметиламмониевые основания (триметиламиноксид, бетаин, холин);

летучие основания (аммиак, моно-, ди- и триметиламин);

производные гуанидина (креатин, креатинин);

производные имидазола или глиоксалина (гистидин, карнозин, ансерин);

свободные аминокислоты;

амиды кислот (мочевина);

производные пурина (гипоксантин, ксантин, аденин, гуанин);

пуриновые основания, а также родственные им нуклеозидфосфаты; креатинфосфат, аденозин, моно-, ди- и трифосфаты.

Триметиламмониевые основания. Содержание триметиламинооксида (ТМАО) в рыбе значительно и колеблется в зависимости от ее вида и возраста, а также сезона и района добычи.

Содержание триметиламинооксида (в мг/100 г) в мясе пресноводных рыб значительно ниже, чем в мясе морских.

Пресноводные костистые	25–80
Морские костистые	120–330
Морские хрящевые	1100–1500

В мясе свежей морской рыбы его содержится от 100 до 1000 мг/100 г, пресноводной — до 100 мг/100 г. Большим содержанием триметиламинооксида отличается мясо хрящевых рыб. Среди костистых рыб наибольшим содержанием ТМАО характеризуются тресковые (треска, минтай, пикша, мерланг), наименьшим — камбаловые.

В зимний период количество ТМАО в мясе рыбы вдвое больше, чем в летний. Рыба, выловленная в арктических районах, содержит больше ТМАО, чем рыба других районов.

Крупные особи рыб в отличие от мелких отличаются большим содержанием ТМАО. Триметиламиноксид неравномерно распределен в белой и темной мускулатуре рыб, причем в темной мускулатуре его больше.

При отсутствии ТМАО в пище рыб его не обнаруживают и в их мясе.

Бетаин в больших количествах содержится в мясе морских (70–270 мг/100 г), чем в мясе пресноводных рыб (10–50 мг/100 г).

Содержание холина в мясе морских рыб составляет около 20 мг/100 г, причем в хрящевых рыбах его больше (30–40 мг/100 г). В мышцах пресноводных рыб холин содержится примерно на порядок меньше, чем в мышцах морских рыб.

Летучие основания. Они получили свое название благодаря способности легко отгоняться из мяса с водяным паром. Содержание летучих оснований в мясе рыб прежде всего зависит от степени свежести его.

Аммиак, моно-, ди- и триметиламин (ММА, ДМА и ТМА) в мясе свежей рыбы содержатся в незначительном количестве. В мясе костистых рыб содержание триметиламина составляет 4–7 мг/100 г, хрящевых — 100 мг/100 г мяса.

Прижизненное содержание аммиака в мышцах морских костистых рыб составляет 2,8–95 мг/100 г, пресноводных — не более 0,5 мг/100 г. В мышцах акул количество аммиака равно 30–35 мг/100 г.

Для характеристики рыбного сырья часто определяют не количество индивидуальных летучих оснований, а их общее содержание, выражая значения количеством азота на единицу ткани. В мясе свежей, только что уснувшей рыбы количество азота летучих оснований достигает 15 мг/100 г.

По мере развития посмертных процессов количество летучих оснований увеличивается.

Производные гуанидина. Они представлены креатином и креатинином. В мышцах живой рыбы находится креатинфосфат, распадающийся после смерти рыбы на креатин и фосфорную кислоту. Креатин в мышцах свежей рыбы достигает 0,1–0,75 % азота. Из общего количества небелкового азота на долю азота креатина приходится значительная часть: у морских рыб около 15 %, у пресноводных 45–75 %.

Содержание креатинина, являющегося ангидридом креатина, в мясе рыб также колеблется в значительных пределах: азот креатинина составляет 0,3–7,3 % небелкового азота. Из рыб высоким содержанием креатинина (около 60 мг/100 г) отличаются акулы, скаты, камбалы.

Производные имидазола, или глиоксалина. Эта группа азотистых веществ представлена в отдельных видах рыб одним или несколькими соединениями: ансерином, карнозином или гистидином. Эти дипептиды являются биологически активными веществами, способными выполнять роль эффективных протекторов мембран, защищая их от вредного воздействия продуктов перекисного окисления, накапливающихся в мышцах в процессе интенсивной сократительной работы.

Ансерин обнаруживают в мышцах трески в значительных количествах — до 150 мг/100 г. В других видах рыб его содержание намного ниже и составляет 5–10 % небелкового азота.

В мышцах много содержатся все три дипептида: гистидина 1,6, карнозина 3,5 и ансерина 5,0 ммоль/1 кг сырой ткани. В мышцах форели обнаружены незначительные количества только одного дипептида — ансерина. Мышцы кеты содержат два дипептида: гистидин (1 ммоль) и ансерин (42 ммоль/100 г сырой ткани).

В мышцах пресноводных рыб количество карнозина составляет не более 3 мг/100 г сырой ткани, осетровых — на порядок выше.

Содержание гистидина в мышцах разных видов рыб составляет 75–470 мг/100 г сырой ткани. Гистидин в результате биологического декарбоксилирования под действием декарбоксилазы бактерий в мышцах снулой рыбы превращается в гистамин, обладающий высокой биологической активностью. Наиболее богаты гистамином мышцы скумбрии, тунцов, сайры. Накопление высоких количеств гистамина характерно для морских костистых рыб с темным мясом. Свободный гистамин оказывает влияние на вкус мяса рыбы. Кроме того, он может служить показателем степени порчи некоторых видов рыб.

При употреблении рыбных продуктов, содержащих повышенное количество гистамина, возможны отравления, вызывающие аллергию.

Органами здравоохранения ряда стран, в том числе и СССР, установлен максимально допустимый уровень содержания гистамина в рыбе и рыбных продуктах, не превышающий 100 мг/100 г.

Свободные аминокислоты. Содержание свободных аминокислот в мышцах рыб высокой степени свежести составляет 15–20 % общего количества азота небелковых веществ. Их содержание и состав зависят от физиологического состояния рыбы и глубины прошедших после смерти рыбы ферментативных процессов. Если аминокислотный состав мышечных белков у разных видов рыб сходен, то состав свободных аминокислот у разных видов рыб различен.

Аминокислоты, особенно моноаминокислоты, оказывают влияние на вкус мяса рыбы. Свободные аминокислоты принимают участие в осморегуляции рыб.

Мочевина. В мышцах костистых рыб она накапливается в небольших количествах: 2–150 мг/100 г. В то же время в мясе хрящевых рыб содержание ее очень высоко: 1400–2200 (у морских) и 500 – 700 мг/100 г (у пресноводных рыб).

Пуриновые основания. Эти соединения в мышцах рыб представлены аденином, ксантином, гуанином, мочевой кислотой, а также родственными им фосфатами (АМФ, АДФ и АТФ).

Липиды. Они объединяют большую группу веществ, отличающихся строением и свойствами. Обычно это простые и сложные эфиры, образующиеся в результате взаимодействия полиолов и терпеновых спиртов с высшими жирными кислотами, спиртами и альдегидами. В соответствии с химическими свойствами липиды подразделяют на нейтральные и полярные. К группе нейтральных липидов относятся глицеролипиды (моно-, ди- и триглицериды), сфинголипиды, эфиры холестерина, вос-

ка. Полярные липиды в соответствии с характером кислотного остатка разделены на три подгруппы: фосфолипиды, фосфонолипиды и сульфолипиды.

Жиры рыб по своим функциональным свойствам делятся на резервные и структурные.

Резервные жиры содержатся в различных количествах и сосредоточены преимущественно в подкожном слое, во внутренних органах и брюшной полости.

Структурные жиры находятся во всех тканях рыб и являются составными частями клеток, причем их количество в организме и отдельных тканях остается практически постоянным.

В мышечных липидах рыб содержится следующее количество отдельных групп веществ: фосфолипидов 1,5–13,6; триглицеридов высших жирных кислот 18,5–67,1; диглицеридов 2,5–19,4; моноглицеридов 1,6–6,6; стеринов и восков – 16 и углеводов – до 13 % общего количества липидов.

Основными по количеству классами липидов большинства рыб являются триглицериды и фосфолипиды.

Триглицериды находятся главным образом в резервных тканях: соединительной ткани межклеточного пространства, между пучками мышц, в прослойках жировой ткани, около костных образований, в подкожной клетчатке и внутренностях.

Среди фосфолипидов рыб преобладают фосфатидилхолин и фосфатидилэтаноламин, на долю которых приходится до 90 % всех фосфолипидов. Фосфолипиды входят в состав клеточных мембран. Фосфолипиды характеризуются высокой степенью ненасыщенности. Их состав довольно устойчив.

Важной структурной частью липидов рыб являются жирные кислоты, представленные более 40 кислотами монокарбонового ряда с нормальной, а иногда и разветвленной цепью, состоящей преимущественно из 12–26 атомов углерода разной степени ненасыщенности. Этим объясняется разнообразие и специфичность липидов рыб. Благодаря содержанию от 2 до 6 двойных связей липиды гидробионтов имеют низкую температуру затвердевания.

Кроме жирных кислот с четным количеством атомов углерода, в жирах рыб присутствуют жирные кислоты с нечетным количеством атомов углерода (1–4 %). В связи с этим интересен жирнокислотный состав липидов кефали, в которых обнаружено до 25 % жирных кислот с нечетным количеством атомов углерода.

Зависимость состава жирных кислот от их содержания в мышечной ткани не имеет строгой закономерности и определяется видом рыбы. Жирнокислотный состав липидов определяется и их локализацией в органах рыбы, что также важно для технологии ее обработки. Зависимость состава жирных кислот от их локализации проявляется при сопоставлении липидов мышечной ткани, печени и внутренностей одного и того

же вида рыбы. Особенно большие различия в составе жирных кислот липидов наблюдаются у рыб, имеющих тощую мышечную ткань и жирную печень, например у южной путассу и морского налима.

В мышцах рыб содержатся также моно- и диглицериды, стерины и их эфиры, каротиноиды, витамины.

Каротиноиды находятся преимущественно в нижнем пигментированном слое кожи (дерме), подкожной клетчатке (субкутикуле) и покрывающем мышцы слое жира, преимущественно в спинной части рыбы. Содержание каротиноидов в коже и подкожном слое жира разных рыб составляет от 0,13 до 14,0 мг/100 г.

Мышцы рыб содержат токоферолы (витамин Е) в концентрациях, достаточных для проявления их эффективного антиокислительного действия. Эти соединения синтезируются в клетках фитопланктона, откуда по пищевым цепям попадают в организм рыб. В мышцах трески, скумбрии, морского языка и катрана токоферолов содержится 210–330 мкг/1 г липидов. В метаболически активных темных мышцах и печени этих рыб содержание α -токоферола примерно в 2 раза выше, чем в светлых мышцах.

В мускулатуре и других органах некоторых рыб содержатся непищевые липиды, встречающиеся только у гидробионтов: воска, алкокситриглицериды, углеводороды. Их присутствие способствует переводу данного вида сырья в непищевое. Углеводороды, главным образом сквален, содержатся в большом количестве в жире печени акул.

В тканях и клетках липиды встречаются в свободном и связанном с белками, углеводами и витаминами виде.

Плотность жиров составляет 0,92–0,93 г/см³, число омыления колеблется от 180 до 195, йодное число от 103 до 176.

Липиды корма обычно сходны по составу с липидами самих рыб, хотя есть виды рыб (треска, голец), у которых большая часть липидов пищи полностью разрушается при пищеварении и затем ресинтезируется.

По содержанию липидов (в %) в мясе рыб их можно разделить на 4 группы.

Маложирные	До 2
Среднежирные	2–8
Жирные	8–15
Особо жирные	Свыше 15

Существует обратная зависимость между содержанием липидов и воды в мясе рыб.

Суммарное содержание липидов и воды составляет около 80 % массы всех остальных химических веществ тела рыбы. Оно увеличивается при росте доли липидов.

Величина суммарного значения содержания воды и липидов (в %) в мясе различных групп рыб существенно зависит от содержания в нем белка.

Низкобелковые	90,7±0,2
Среднебелковые	85,5±0,2
Белковые	80,4±0,1
Высокобелковые	76,6±0,3

Содержание липидов резко изменяется в различных участках тела (рис. 4).

У многих жирных рыб значительное количество липидов содержится в стенке брюшка и под кожей на спинной части тела. Накопление липидов в основном на спинной и брюшной частях тела не является универсальным для всех рыб с обычной формой тела.

У быстроплавающих рыб жировая ткань расположена в виде прослойки между слоями соединительной ткани. У сельди, помимо стенок брюшка, большое количество липидов сосредоточено на участке перед спинным плавником. У многих видов рыб содержание липидов в костях может превышать их количество в мышечной ткани. У осетровых, лососевых и некоторых видов карповых значительное количество липидов находится в икре. У некоторых видов дальневосточных лососей в верхней, нижней и хвостовой частях тела содержание липидов одинаковое.

В разных участках тела рыбы могут накапливаться жиры с различными физическими и химическими свойствами. В жирных рыбах преобладают триглицериды, тощих — фосфолипиды и стерины. В липидах рыб количество отдельных жирных кислот значительно колеблется и зависит от вида рыбы, условий ее обитания, физиологического состояния и сезона лова.

Состав резервных липидов зависит от вида рыбы, ее питания, физиологического состояния, а также температуры и солености воды.

Сезонные изменения количества липидов, характерные для большинства рыб, происходят в основном за счет триглицеридов, в то время как относительное количество фосфолипидов остается практически постоянным.

В липидах рыб в период их истощения при интенсивном развитии

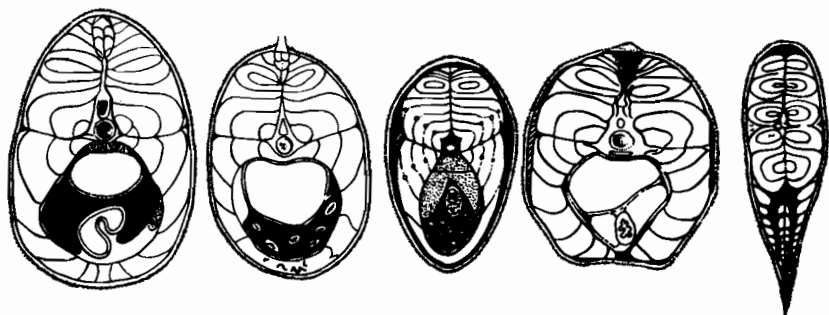


Рис. 4. Расположение жировой ткани (окрашено черным) в теле различных видов рыб:

а — трески, б — судака, в — сельди, г — осетра, д — сома

гонад и нересте увеличивается относительное содержание ненасыщенных жирных кислот. Липиды холодноводных рыб более ненасыщенные чем тепловодных. Наибольшее количество ненасыщенных жирных кислот характерно для сельдевых рыб.

Состав жирных кислот у морских и пресноводных рыб различен. У морских рыб содержание C_{20} и C_{22} ненасыщенных жирных кислот выше, чем у пресноводных. В липидах пресноводных рыб преобладают ненасыщенные жирные кислоты C_{16} , C_{18} , C_{20} , C_{22} разной степени ненасыщенности и в различных пропорциях. В липидах морских рыб преобладают полиненасыщенные жирные кислоты C_{20} и C_{22} .

Липиды являются важным компонентом рыбного сырья, влияющим на его технологические свойства и пищевую ценность. Специфический жирнокислотный состав липидов обуславливает высокую пищевую ценность рыб. В состав липидов входят полярные и гидрофобные группы, определяющие их участие в образовании структуры биологических мембран, перенос веществ через них, энергообеспечение клетки и защитные реакции организма. Жирные кислоты с 5 и 6 двойными связями способны нормализовать липидный обмен в организме животных и человека.

Например, липиды иваси богаты эйкозапентаеновой кислотой, которая оказывает сильный эффект при лечении атеросклерозов и тромбозов. Содержание эйкозапентаеновой кислоты в липидах рыб, выловленных у берегов Австралии, составило 0,9–7,2 %, докозагексаеновой 4,8–38,7 %.

Углеводы. В тканях рыб углеводы представлены полисахаридом гликогеном и моносахаридами (пентозами и гексозами), а также продуктами их обмена в живом организме и распада в процессе хранения рыбы-сырца.

Содержание гликогена в мышечных тканях не превышает 1 %, а при хранении рыбы это количество уменьшается в результате ферментативного распада. В мышцах гликоген служит источником энергии. Прижизненное содержание гликогена в тканях рыб неустойчиво и зависит от вида, состояния рыбы, сезона ее добычи и других причин биологического характера.

В мясе пикши содержание гликогена сразу после смерти составляет 0,61 %, а после 2 сут хранения — 0,32 %.

В преднерестовый период содержание гликогена в мышцах рыб заметно уменьшается.

Моносахариды присутствуют в мясе рыб в незначительном количестве. Содержание рибозы и дезоксирибозы в мясе рыбы составляет около 6 мг/100 г, глюкозы — 0,03 %.

Пентозы образуются в процессе превращения нуклеотидов и нуклеиновых кислот. При этом образуются их фосфаты.

Биологическая роль рибозы и дезоксирибозы весьма важна, так как этот моносахарид входит в состав РНК и ДНК, АТФ, АДФ и АМФ.

Гексозы как продукт распада гликогена в конечном итоге распадаются до молочной кислоты или диоксид углерода и воду в зависимости от характера процессов распада гликогена.

В мышцах истощенной или утомленной рыбы содержание гликогена меньше, чем в мышцах упитанной рыбы, находящейся в спокойном состоянии. У подвижных рыб, например у сельдевых, гликогена накапливается меньше, чем у малоподвижных рыб, подобных камбалам. Углеводы обнаружены в составе слизи, икры и молоко рыб в количестве от 3 до 15 % сухого обеззоленного вещества.

Наряду с вышеуказанными углеводами в тканях рыб содержатся аминоксахара: глюкозамин и галактозамин, являющиеся составной частью различных смешанных биополимеров.

Количество гликозаминогликанов, гликопротеинов и входящих в их состав аминоксахаров, а также их качественный состав зависят от вида рыбы и типа ткани и от физиологического состояния животного.

Содержание гексозаминов в мясе костистых рыб незначительно и составляет не более 10, у хрящевых до 20 мг/100 г. Наибольшее количество гексозаминов содержится в коже рыб, что характерно и для теплокровных животных.

По количеству гексозаминов в коже рыбы подразделяются на четыре группы: в первую входят рыбы с содержанием гексозаминов в коже 55–100 мг/100 г, во вторую – 101–150, в третью – 151–250 и в четвертую – 251–350 мг/100 г.

В костях рыб содержание гексозаминов значительно меньше, чем в коже: от 10 до 35 мг/100 г. Существенно различаются по содержанию гексозаминов кости и хрящи рыб.

Гликозаминогликаны выполняют функцию цементирования и стабилизации волокнистых структур, например коллагена. При удалении гликозаминогликанов волокна коллагена утрачивают поперечную исчерченность и превращаются в желатин. Важным технологическим свойством гликозаминогликанов является их способность после присоединения к белку образовывать пространственные структуры комплексов, обуславливающие устойчивость пептидной цепи к действию растворителей, тепла, ультразвуковых волн, протеолитических ферментов.

Связанные с белками, а также свободные гексозамины пищевых продуктов в пищеварительном тракте подвергаются ферментативной деградации.

Из технологических свойств рыбного сырья, обусловленных присутствием гликозаминогликанов, важное значение имеет изменение окраски мяса рыбы в результате реакции неферментативного покоричневения.

Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые кислоты – рибонуклеиновая (РНК) и дезоксирибонуклеиновая (ДНК) – входят в состав органелл клеток. РНК и ДНК в мышцах находятся в виде соединений с белками. Содержание РНК в рибосомах клеток составляет от 3 до 17, а ДНК в ядрах – 25–45 % общего количества сухих веществ. Исключительно вы-

соко содержание нуклеиновых кислот в молоках рыб — до 50 % сухого вещества.

Минеральные вещества. В зависимости от количества минеральных веществ в материале их подразделяют на две группы: макро- и микроэлементы.

Макроэлементами называют вещества, содержащиеся в количестве от десятых до сотых долей процента.

За микроэлементы принимают металлы и неметаллы, концентрация которых менее 0,005 %.

Органы и ткани рыб содержат значительное количество минеральных веществ.

Для рыб характерен более широкий, чем для наземных животных, спектр элементов.

Макро- и микроэлементный состав рыб зависит от среды обитания, времени и места вылова, физиологического состояния, пола и возраста объекта.

На содержание минеральных элементов в тканях и органах рыб оказывают влияние состав и концентрация солей в окружающей воде.

Содержание минеральных элементов в органах и тканях рыб одного и того же вида, обитающих в одном районе, подвержено колебаниям. Они, как правило, невелики для мышц, но значительны для почек, крови и костей.

Неравномерное количественное распределение минеральных веществ связано с неодинаковой поглотительной и выделительной способностями органов и тканей, обусловленными особенностями протекающих в них биохимических реакций.

В тканях рыб минеральные элементы присутствуют в нескольких видах: электролитов, растворенных в биологических жидкостях; нерастворимых солей, откладывающихся в твердых тканях; в составе органических биологически активных веществ, таких как витамины, гормоны, красящие вещества.

Общее количество минеральных веществ в различных тканях и органах рыбы достигает 3 %, за исключением костных тканей, где содержание их довольно высоко (6–14 %). В мышцах морских рыб они составляют 1–1,5 %.

Среди минеральных элементов рыбы преобладают макроэлементы: фосфор, кальций, калий, натрий, магний, сера и хлор. Основная масса кальция и фосфора в теле рыбы содержится в костях, образуя их твердый остов. Содержание фосфора в мясе рыб достигает 0,20–0,25 %. Фосфор, кальций и магний преобладают в костях. Кроме того, фосфор содержится в тканевых жидкостях.

Из общего содержания фосфора в мышцах разных видов рыб минеральный фосфор составляет 65–90 %. Остальная его часть связана с органическими соединениями.

Натрий, калий, фосфор, магний, хлор входят в состав саркоплазмы

мышечных клеток, межклеточной жидкости, плазмы крови. Сера содержится во всех мышечных и соединительнотканых белках. В мясе рыб количество ее равно 0,13—0,26 %.

Из микроэлементов в рыбе обнаружены железо, медь, марганец, кобальт, цинк, молибден, йод, бром, фтор и др.

Микроэлементы распределены между отдельными органами и тканями неравномерно. Во всех органах и тканях обнаружены медь и железо, а в большинстве из них марганец, цинк, никель и ванадий. Молибден, как правило, содержится в печени, почках, стенке кишечника и скелетных мышцах. Стронций концентрируется в органах и тканях, богатых кальцием: в чешуе, костях, жабрах и жаберных дугах. Свинец, серебро и хром содержатся лишь в отдельных органах и тканях. Содержание железа в тканях рыб составляет 0,3—20 мг/100 г влажного материала. Содержание железа и цинка в мышцах рыб выше, чем содержание марганца и меди.

В рыбах содержание фтора составляет 2—15 мг/кг массы сухого вещества. Наибольшее количество фтора обнаружено в костях и кровяных тканях, например в костях трески 24, в коже 30, в мясе 1,7 мг/кг массы сухого вещества.

Содержание фтора в тканях разных рыб колеблется в значительных пределах в зависимости от места обитания и загрязненности воды фтором. Содержание фтора составляет (мкг/г): в мышцах 1,1—14,5; костях 28,5—66,0; плавниках 31,0—71,5; печени - 12,5—46,0; гонадах 16—31; жабрах 18,0—51,5; сердце 26,5—61,5; почках 13,5—50,0.

Количество фтора в гидробионтах зависит от его концентрации в воде, а также способа питания объектов.

Кости рыб, питающихся крабами, содержат 1850 мг/кг фтора, мясо этих же рыб — 8—14 мг/кг.

Важнейшими видовыми характеристиками рыб являются соотношения биогенных элементов: кальций/магний, железо/медь, железо/марганец, медь/цинк, медь/марганец, марганец/цинк.

В мясе морских рыб минеральных веществ содержится больше, чем в мясе пресноводных.

Общее содержание микроэлементов (Cu, Mn, Fe, Co, Ni, Ag, Mo, Cr) наиболее высоко у планктоноядных рыб.

Витамины. Ткани и органы рыб содержат витамины. Разные части тела рыбы проявляют избирательную способность накапливать витамины. Их содержание изменяется и в течение года.

Витамин А, представляющий собой группу близких по строению веществ, в жирах морских рыб содержится главным образом в виде витамина А₁, в пресноводных — в виде витамина А₂.

Наиболее высокое содержание витамина А в печени рыб. Витамином А прежде всего богаты печеночные жиры морских рыб: тресковых (треска, пикша, минтай), акул, морского окуня, скумбрии.

Из группы веществ, представляющих собой витамин D, в рыбных

тканях содержится главным образом витамин D_3 . В мясе тощих рыб витамин D практически отсутствует. Его количество увеличивается по мере роста жирности рыбы. Содержание витамина D в печени различных рыб колеблется от 60 до 360, но у некоторых рыб достигает 700–1900 мкг/100 г.

В рыбных жирах обнаружены токоферолы (витамин E). Его количество в мясе гораздо меньше, чем в жировой ткани.

Витамины группы B в тканях рыб представлены так же, как и теплокровных животных. Витамин B_1 (тиамин) содержится в мясе рыбы, причем в светлых мышцах его меньше, чем в темных. Больше всего витамина B_1 в печени.

Содержание витамина B_2 (рибофлавин) в мясе рыб близко к его количеству в мясе говядины и зависит от вида рыбы и типа мышц. Печень рыб богаче витамином B_2 , чем мясо.

Рыба является одним из самых богатых источников витамина B_6 : в мясе его содержится 1–12 мкг/г, в печени 2–20 мкг/г.

Витамин P (ниацин) содержится в мясе рыб в зависимости от ее вида до 10 мг/100 г и более. Наиболее богато им мясо скумбрии и тунца. Богатым источником пантотеновой кислоты является икра рыб, несколько меньшее ее количество содержится в печени рыб и мясе.

Содержание биотина в мясе рыбы выше, чем в говядине, и составляет до 20 мкг/100 г, а у некоторых рыб Тихого океана (сардина, скумбрия) до 30 мкг/100 г.

Фолиевая кислота содержится в наибольшем количестве в печени рыб (6–600 мкг/100 г). В мясе рыб ее значительно меньше.

Витамины группы B_{12} (цианокобаламины) содержатся в печени, сердце, светлой и темной мускулатуре рыб (от долей единицы до 8 мкг на 1 г ткани).

Холин, относящийся к группе витаминов B , содержится в мясе рыбы в количестве до 0,5 мкг/1 г.

В мясе рыбы витамин C содержится обычно в количестве 1–5 мг/100 г, в печени некоторых пресноводных рыб – 30–170 мг/100 г. Содержится витамин C и в молоках.

Ферменты. Во внутренних органах и мышечной ткани рыб содержатся вещества белковой природы, обладающие различными ферментативными свойствами.

Основные пищеварительные ферменты внутренних органов рыб представлены пепсином и трипсином. По оптимуму pH, взаимодействию с субстратом они близки пищеварительным ферментам наземных животных, но не идентичны им.

Активность пищеварительных ферментов рыб подвержена значительной межвидовой и сезонной изменчивости.

Термоустойчивость пищеварительных ферментов рыб значительно ниже, чем наземных животных: температурный оптимум пепсина рыб 40 °C, человека 50 °C. Трипсин кишечника и пилорических придатков

рыб имеет оптимум рН 7,8–8,2, температурный оптимум 37–40 °С. По характеру действия он сходен с трипсином теплокровных животных.

Пищеварительные ферменты рыб содержат по несколько сходных видов протеиназ, действующих в одинаковом диапазоне рН.

Протеиназы мышечной ткани рыб имеют оптимум действия в кислой (рН 3,5–4,5) и щелочной (рН 8) средах при температурах 40 °С и выше. Наиболее активны пептидгидролазы мышц рыб при рН 3,5–4,5. При рН, свойственном мясу свежей рыбы (6,5–7,5), их активность уменьшается в 3–10 раз. В щелочной зоне, за редким исключением, она составляет 5–10 % активности в кислой зоне.

Наиболее изучен катепсин D рыб, отличающийся от катепсинов других животных более высокой удельной активностью, предпочтительным гидролизом гемоглобина. Оптимум действия катепсина D рыб наблюдается при рН 4. Оптимум его температуры составляет 5 °С, хотя он способен сохранять активность до 80 % первоначального значения и после длительного нагревания (68 °С в течение 15 мин).

В связи с недостаточностью сведений по другим видам катепсинов рыб их классификации в настоящее время нет.

Активность протеолитических мышечных ферментов рыб изменяется в зависимости от вида рыбы, ее возраста, пола, а также сезона и района лова.

Активность катепсина D рыб уменьшается при внесении поваренной соли в субстрат (10 % поваренной соли могут практически ингибировать этот фермент), однако и ингибирующий эффект зависит от рН фермента.

§ 7. Факторы, влияющие на химический состав

Химический состав одного и того же вида рыб изменяется в зависимости от пола, возраста рыбы, места ее обитания, а также от времени года.

Химический состав половозрелой промысловой рыбы на протяжении года обусловлен различиями в образе жизни и физиологическом состоянии ее.

Годичный период жизни рыбы связан с процессами воспроизводства, включающими период созревания гонад, преднерестовых миграций и нереста, и периодом интенсивного питания после нереста до наступления следующего цикла развития гонад.

Многие рыбы, ежегодно переживающие период крайнего истощения, хорошо адаптированы к мобилизации химических веществ своего тела в качестве источника энергии в это время.

При развитии гонад происходит перераспределение азотистых веществ и липидов внутри тела рыбы. В связи со снижением осморегуляторной способности общее количество ионов в организме рыб уменьшается. Изменения количества отдельных веществ значительны и сос-

тавляют от нескольких процентов до половины первоначального количества.

Активность ферментов у разных видов рыбы и в разные сезоны подвержена существенным изменениям: максимальные ее значения могут превосходить минимальные в 5—7 раз для мышечных ферментов и в 2,5—3 раза для ферментов внутренностей.

При расходе жиров в период голодания уменьшается печень, изменяется ее окраска. У нежирных рыб при расходе белка мясо становится дряблым и волокнистым, окраска и оптическая плотность его изменяются от белого непрозрачного до голубоватого прозрачного.

Расход веществ на построение гонад может происходить без особых изменений в составе тканей тела в тех случаях, если рыба в преднерестовый период питается нормально. Если рыба в этот период питается мало или не питается совсем, то созревание гонад сопровождается значительным изменением химического состава. Например, созревание лососевых рыб приводит к значительному расходу липидных резервов: содержание липидов во время нерестовой миграции уменьшается в светлых мышцах с 9,7 до 1,8 %, в темных — с 27,4 до 6,8 %. При этом в мясе рыбы увеличивается содержание воды, аминокислот, особенно аланина, глутаминовой кислоты и лизина, а также повышается протеолитическая активность ферментов. Одновременно с этим происходит уменьшение количества белка, причем в основном за счет снижения содержания саркоплазматической фракции. Уменьшение количества каротиноидов приводит к побелению мяса.

В период интенсивного питания рыбы после нереста происходит восстановление в ее теле запасов резервных жиров и других веществ. В разное время года рыба потребляет разную пищу, что также оказывает влияние на ее химический состав.

Летом у морских и пресноводных рыб наблюдается увеличение количества витамина С, а зимой у них возрастает количество сахара в крови. Сезонная изменчивость в химическом составе рыб, связанная с интенсивностью питания, в свою очередь, может иметь особенности в зависимости от географического района.

Сезонные изменения химического состава рыб имеют наибольшее значение для рыб, добываемых в течение всего года (океанические сельди, сардины, хамса и др.). Выявлены колебания в химическом составе рыб, обитающих на различных глубинах. Соотношение влаги и белка в мясе рыб, выраженное коэффициентом обводненности (K_0), возрастает в среднем с 3,70 у рыб из поверхностных вод до 5,03 у обитателей пелагиали и до 6,5 у глубоководных объектов.

С глубиной обитания увеличивается и количество белка: примерно с 80 до 87 % у пищевых рыб и с 76 до 83 % у непищевых рыб, при этом доля небелковой фракции уменьшается. Мышечные белки глубоко-

водных рыб денатурируют быстрее и при более низких температурах, чем рыб, обитающих на меньших глубинах.

С глубиной изменяется и состав липидов: у рыб, обитающих на большой глубине, содержание насыщенных жирных кислот со средней длиной углеродной цепи, а также полиненасыщенных кислот с длинной углеродной цепью уменьшается.

Различен химический состав рыб в природных условиях и выращенных в искусственных условиях.

Рыба, которую кормят искусственными кормами, отличается от рыбы, питающейся естественной пищей, высоким содержанием углеводов в печени и мышцах. На примере ложного палтуса природной и искусственной популяций показано, что ложный палтус, искусственно выращенный, содержит больше жира (2,2 % по сравнению с 0,9 %), в то время как содержание белка, незаменимых аминокислот, витаминов А и Е, минеральных веществ у обеих популяций было сходным.

В отдельных случаях у рыб природной и искусственной популяций наблюдались различия в запахе. Во внутренностях рыбы искусственной популяции обнаружили соединение пристан, обладающее хорошо выраженным запахом окислившегося жира и образующееся, вероятно, в результате метаболизма жирных кислот искусственных кормов. Рыба аю, особенно ее кожа и внутренности, отличается от рыбы того же вида, выращенной в искусственных условиях, резко выраженным огуречным или арбузным запахом вследствие присутствия в ней цис-3-гексанола и 2-транс-6-цис-нонадиенала.

Различен и химический состав темной и светлой мускулатур рыб.

В темном мясе пелагических рыб в отличие от светлого обычно содержится большее количество гистидина в виде свободной аминокислоты.

Содержание витаминов группы В в темных мышцах больше, чем в светлых.

Неодинаково содержание некоторых веществ в различных участках мускулатуры, зависящее от размера мышечных клеток и относительной массы соединительной ткани. Соединительной ткани больше в хвостовой части рыбы, причем по мере роста рыбы толщина ткани увеличивается.

Содержание белка в мясе трески уменьшается постепенно от головы к хвосту. В то же время это нехарактерно для других видов рыб, например даже для близкого треске вида рыб — сайды.

Различен химический состав поверхностной и глубинной темной мускулатуры. Глубинная мускулатура в отличие от поверхностной богаче гемоглобином, миоглобином, цитохромом, аргиназой. Однако ни у одной из рыб с симметричным строением тела, за исключением камбалобразных, не обнаружена разница в химическом составе мяса с правой и левой стороны.

Различия по возрасту и полу промысловых половозрелых рыб.

месту их обитания, а также колебания химического состава отдельных особей одного вида оказывают влияние на химический состав тканей рыб, однако в основном незначительное.

§ 8. Органолептические свойства

Совокупность свойств продукта в результате его оценки органами чувств человека представляет собой его органолептическую характеристику.

С помощью органов чувств пищевые продукты оценивают по вкусу, запаху, консистенции, окраске и другим признакам.

Вкус продукта представляет собой общую характеристику, которую получают при проверке всех свойств продукта с помощью вкусовой пробы. При опробовании продукта возникают сложные ощущения как результат одновременного раздражения вкусовых, обонятельных, осязательных, температурных и болевых рецепторов, при исключении которых значительно сокращается спектр ощущений.

Вкус свежей рыбы характеризуют после ее тепловой обработки (варки или пропекания).

При оценке вкуса рыбы, как и других пищевых продуктов, различают четыре основных вкуса: соленого, сладкого, кислого и горького, а также отдельных привкусов. Каждый вид съедобных рыб имеет свой собственный специфический вкус. В настоящее время механизм образования определенного вкуса рыбы изучен еще недостаточно.

Все компоненты, определяющие вкус рыбы, могут быть определены аналитически, но, несмотря на эффективность инструментальных методов, окончательное суждение о вкусе может быть получено лишь на основании органолептического определения.

На вкус рыбы влияет очень много факторов, в том числе вид, пол, возраст рыб, состав их питания, а также условия хранения.

Вкус рыбы определяется комплексом компонентов, но в то же время присутствие или отсутствие одного вещества способно значительно повлиять на различные вкусовые свойства. Основную часть мяса рыбы составляет белок, который в чистом виде вкуса не имеет. Вещества, составляющие вкус рыбы, включают летучие и нелетучие водорастворимые соединения, синергисты.

Наиболее важными компонентами вкуса являются нуклеотиды, аминокислоты, пептиды, неорганические соли, гиоксантин, органические кислоты и некоторые другие соединения.

Главным компонентом нуклеотидов мышечной ткани рыб является инозинмонофосфат, обладающий, как и другие нуклеотиды, способностью усиливать вкус продукта.

При хранении и тепловой обработке рыбы содержание нуклеотидов в ней уменьшается, что отрицательно сказывается на вкусе.

Выраженным сладким вкусом обладают входящие в состав мяса

рыбы некоторые аминокислоты, например глицин и L-аланин. Вкус аминокислот связан с их оптической изомеризацией. Так, у аспарагина, тирозина и валина сладкими являются только D-изомеры.

Несмотря на незначительное количественное содержание углеводов в мясе рыбы, им отводится определенная роль в придании рыбе сладкого вкуса. Так, уменьшение сладкого вкуса мяса свежей трески связано с потерей сахаров и их фосфорных эфиров в процессе хранения.

Своеобразное острое, щиплющее ощущение, сопровождаемое легким онемением и жжением в ротовой полости, вызывается гистамином. Такой привкус характерен, например, для мяса сайры.

Горький вкус, практически не характерный для свежей рыбы, развивается в процессе ее обработки и хранения. Однако повышенное содержание карбамида, например, в мясе безупречно свежих акул может придавать ему горьковатый привкус. Появление горького вкуса связано с гидролизом белков и липидов рыбы под действием ферментов. Горьким вкусом обладают продукты окисления жира, автолитического расщепления липопротеиновых комплексов, фосфолипидов, нуклеотидов, представленные лецитином, холином, инозином, гипоксантином. Промежуточные продукты гидролиза белков обладают выраженным горьким вкусом.

При хранении рыбы до переработки ее мясо может приобретать горький вкус и за счет проникновения горечи из внутренностей.

Известны случаи, когда изменение характера питания рыб приводит к изменению ее вкуса. Известно, что мясо сельди обладает хорошим вкусом, если она питается в основном копеподами, и приобретает горький привкус, если она питается личинками *Mytilus*.

Кислый вкус мяса рыбы вызывают неорганические и органические кислоты: фосфорная, молочная и др. Характерный для мяса многих океанических рыб кисловатый привкус хорошо ощущается, когда титруемая кислотность достигает 1 % в пересчете на молочную кислоту.

Под понятием запаха подразумевают любые ощущения, воспринимаемые органом обоняния. Запах является комплексным ощущением, которое возникает в результате контакта с обонятельными рецепторами совокупности веществ, находящихся в паровой фазе над продуктом.

Запах характеризуется с помощью словесного описания, при этом используются различные сравнения с предположительно общеизвестными впечатлениями.

Запах свежей рыбы четко выражен и напоминает у одних рыб запах морских водорослей, других — озона, третьих — свежего огурца и др.

Аромат пищевых продуктов, в том числе и рыбы, очень редко обуславливается одним каким-либо химическим соединением. У пищевых продуктов запах определяется большим числом веществ, при этом в продуктах с различным запахом присутствуют многие общие компоненты запаха. Практически всегда в летучей фракции пищевых продуктов присутствуют органические кислоты, спирты, сложные и простые

эфиры, амины и другие азотистые основания, альдегиды, кетоны, лактоны, фенолы, серосодержащие алифатические и гетероциклические соединения, углеводороды и др.

Специфический запах рыбы зависит главным образом от состава экстрактивных азотистых веществ, в том числе от количественного соотношения азотистых оснований.

Амины являются наиболее важным классом ароматообразующих соединений рыбы и рыбных продуктов.

В жирах рыб появление "рыбного" запаха свидетельствует о присутствии триметиламина, его окиси или соединений, из которых они могут быть образованы (холина, лецитина и др.). Предположительно, что триметиламин принимает участие в реакции с продуктами распада жиров с образованием жирорастворимых соединений, обладающих "рыбным" запахом.

Неприятный "рыбный" запах, обусловленный триметиламином, может быть нейтрализован рядом веществ, но наиболее эффективно ванилином, который, по-видимому, образует соли с триметиламином и не позволяет ему испаряться в окружающую среду.

На формирование запаха рыбы оказывают влияние липиды. Ненасыщенные липиды при хранении рыбы окисляются в гидроперекиси, которые являются предшественниками компонентов с прогорклым запахом. Носителями запаха и вкуса продуктов окисления липидов являются альдегиды, кетоны и метилкетоны с небольшой молекулярной массой, а также свободные жирные кислоты с короткой цепью.

Полиненасыщенные жирные кислоты также являются предшественниками "рыбного" запаха, образующегося в результате реакции продуктов их окисления с аминными производными, в частности с основными аминокислотами.

Значение липидов в образовании запаха рыбы велико. Так полагают, что отличие запаха отдельных видов рыб обусловлено специфичностью метаболической регуляции ферментативного распада липидов.

Специфический запах некоторым рыбам придают летучие соединения, содержащие серу. Таким соединением является диметилсульфид, который распознается как запах нефти в водных растворах в количестве 0,08 мкг/г. Диметилсульфид в мясе рыбы образуется при тепловой обработке из диметил- β -пропиотетина, входящего в состав пищи рыбы.

Такой неприятный запах характерен, например, для мяса кеты в консервах, когда рыба питается некоторыми видами планктонных водорослей, а печень обладает недостаточно активной трансметилазой и неполностью переваривает диметил- β -пропиотетин. Известно, что не только водоросли, но и некоторые морские беспозвоночные, служащие пищей рыбе, в частности треске, придают ее мясу неприятный запах диметилсульфида при содержании его в мясе до 0,0001 %. Неприятные запахи в рыбе чаще всего свидетельствуют о ее порче. Природа гнилостных запахов в рыбе связана с образованием в процессе распада белка таких

веществ, как аммиак, триметиламин, сероводород, индол, скатол, меркаптан. Меркаптан имеет запах, напоминающий запах чеснока, индол и скатол — фекальный. В мясе свежей рыбы индол отсутствует. Появление его следов свидетельствует о начавшейся бактериальной порче. При содержании индола 30—40 мкг на 100 г мясо рыбы имеет заметный гнилостный запах и, безусловно, непригодно в пищу. К числу неприятно пахнущих веществ, также накапливающихся в процессе порчи рыб, относится гексаналь. На интенсивность запаха гексаналя оказывают влияние другие компоненты, в частности триметиламин, в присутствии которого восприятие запаха гексаналя возрастает примерно на 50 %.

У многих видов рыб при варке ощущается лекарственный йодистый запах. В большинстве случаев этому запаху соответствует высокое содержание йода в мясе рыбы. Неприятный травянистый запах имеют продукты конденсации аминокислот с простыми альдегидами, в состав которых входит бетаин.

В пресных водоемах в результате деятельности бактерий и водорослей накапливается геосмин. Это вещество, обнаруженное в некоторых рыбах в количестве 3—17 мкг/мг, способствует появлению илистого запаха. Сброс в водоемы продуктов переработки нефти приводит к появлению у рыбы запаха нефти, из-за которого она становится непригодной в пищу. Восприимчивость живой рыбы к запаху нефтепродуктов и стойкость этого запаха в процессе обработки рыбы прямо пропорциональны ее жирности.

Термин "консистенция" используется для обозначения сложных свойств пищевых продуктов, впечатление о которых получают с помощью осязательных ощущений, возникающих в момент соприкосновения с продуктом.

Чувство осязания складывается из целого комплекса сигналов, поступающих в головной мозг от рецепторов, расположенных на поверхности кожи, слизистых оболочек, в мышцах и суставах, воспринимающих прикосновение, давление, температуру, боль, изменение положения тела в пространстве.

В некоторых случаях отдельные элементы консистенции, например волокнистость продукта, однородность, вязкость, определяют визуально. При оценке консистенции хрустящих продуктов определяют наличие специфического звука, возникающего при раскусывании изделия.

Консистенцию рыб определяют в зависимости от задач исследования этого показателя по-разному: когда тело ее не разрушено, т. е. целой рыбы; на косом разрезе тушки в наиболее мясистой ее части; при разжевывании мяса кулинарно обработанной рыбы.

Для оценки консистенции при опробовании мяса рыбы фиксируется большое количество разнообразных ощущений: величина усилия откусывания, наличие или отсутствие хруста, влажность пережевываемой массы, характеристика скорости измельчения продукта во рту, величина

частиц в пережевываемом мясе, выделение влаги при пережевывании, вязкость массы, усилие при ее проглатывании и др.

При инструментальном измерении консистенции оценивают поведение рыбы по отношению к деформации, причем исследуемый образец частично или полностью разрушают.

Консистенция мяса различна в зависимости от вида рыбы и ряда других признаков. Наиболее характерной является плотная консистенция, когда мясо рыбы значительно пружинит и следы деформации на его поверхности быстро исчезают. В то же время различают ослабленную, мягкую, мажущуюся, дряблую, водянистую и другие консистенции.

Низким значениям белково-водного коэффициента соответствуют плотная и суховатая консистенция мышечной ткани, и, наоборот, с увеличением белково-водного коэффициента возрастает сочность мяса рыбы.

Ослабление консистенции мяса рыбы также связано с увеличением содержания влаги и уменьшением содержания в ней белка.

Например, изменение консистенции мяса трески связывают со спецификой обменных процессов, вызванных, в свою очередь, интенсивным потреблением ею в этот период мойвы.

Изменение консистенции мяса рыбы происходит и под влиянием миксоспоридий (см. ниже "Паразиты рыб").

Внешний вид пищи определяют на основе зрительных ощущений. Визуальная оценка пищевых продуктов включает сведения об их цвете, форме, размере, характере поверхности, фракционном составе.

Цвет является важнейшим признаком внешнего вида продукта, связанным с химическим составом, внутренним строением и физическим состоянием. По цвету судят о свежести пищевых продуктов, процессах производства, хранения и видах сырья.

Для оценки цвета имеется достаточное количество объективных методов. Однако сенсорная оценка играет в этом случае особую роль и имеет ценные преимущества перед инструментальными методами.

У свежей рыбы естественная окраска кожи различна в зависимости от вида: светло-серебристая, серебристая с красноватым оттенком, темно-серебристая, почти черная и др.

Цвет мяса рыбы также зависит от ее вида и бывает прозрачно-водянистым, белым, оранжевым с различными оттенками (тунцы), розовым (лососевые), серым.

Окраска рыб может быть обусловлена физической природой поверхности (структурная окраска) или присутствием особых химических соединений (пигментов или биохромов), которые специфически поглощают видимый свет некоторых длин волн.

Структурная окраска является результатом таких оптических свойств, как рассеяние, интерференция или дифракция света, содержащимися в тканях микроскопическими структурами.

Сверкающая радужная структурная окраска относится к числу наиболее ярких визуальных эффектов, наблюдаемых в природе.

Для радужной переливчатой окраски характерно то, что наблюдаемые цвета изменяются в зависимости от угла зрения. Этот эффект обусловлен двумя оптическими явлениями — интерференцией и дифракцией.

Белый и серебристый цвета рыбы представляют собой структурную окраску, полученную за счет отражения падающего белого света.

Важное место в окраске рыб играют пурины. Хотя пурины не поглощают видимый свет, тем не менее они ответственны за структурную белую и другие структурные окраски, в частности серебристую.

Гуанин является одним из пуринов и накапливается в больших количествах в некоторых тканях, например в чешуе, в микрокристаллической или гранулярной форме. Его кристаллы или частицы, ориентированные в тканях, отражают падающий свет и таким образом придают белую или серебристую окраску. В коже и чешуе рыб гуанин находится в специальных клетках, известных как гранофоры или иридофоры, причем отражающие свойства гуаниновых кристаллов изменяются в ответ на изменения уровня фонового освещения.

Разнообразие окраски рыб является преимущественно результатом поглощения света некоторых длин волн химическими веществами, содержащимися в ткани — природными пигментами (биохромами).

Каротиноиды полностью или частично обуславливают окраску рыб.

Каротиноиды и их производные имеют большое значение для животных и человека, поскольку они являются основой зрительных пигментов.

Идентифицировано и охарактеризовано более 500 природных каротиноидов, которые представляют собой тетратерпены или их производные.

В коже рыб содержится каротиноидов от 0,1 до 10 мг/100 г, в подкожном жире от 0,1 до 24,0 мг/100 г.

У рыб чаще всего встречаются такие каротиноиды, как астаксантин и его сложные эфиры. Каротиноиды могут окрашивать кожу и мышцы.

Астаксантин (3,3'-дигидрокси- β , β -каротин-4,4-дион) является характерным каротиноидом для многих морских животных.

Производные с кислородсодержащими функциональными группами именуются ксантофиллами.

В коже и подкожном жире большинства рыб содержится каротиноид тараксантин.

Выделенные каротиноиды очень чувствительны к свету и теплу, кислотам и в некоторых случаях к основаниям (например, у астаксантина). Система сопряженных двойных связей делает каротиноиды чрезвычайно подверженными окислительному обесцвечиванию кислородом воздуха.

В организме рыб каротиноиды находятся в ассоциации с белками

или липидами, что защищает их от окисления и изомеризации.

Между краснотой мяса кеты и содержанием каротиноидов существует прямая зависимость.

Как и другие животные, рыбы не могут синтезировать каротиноиды: они их окисляют и откладывают в организме. Выделенные из тканей каротиноиды широко используют в качестве красителей в пищевой промышленности.

Вещества, определяющие большинство природных окрасок черного цвета, называют меланинами. Этот термин используют также для описания сходных пигментных веществ, которые обуславливают природную коричневую, красную и желтую окраски. Меланины широко используются в окраске рыб.

Меланины нерастворимы ни в одном из растворителей, поэтому их трудно выделить и очистить, а следовательно, и изучить. Связь с белком также усугубляет трудности изучения меланинов.

По современным представлениям меланины являются полимерами хиноидных соединений. Меланины, выделенные из различных животных, отличаются тем, что построены из смеси разных мономерных единиц. Возможность разветвления полимерной цепи меланинов и перекрестного связывания между ними затрудняет установление их структуры.

Введена классификация меланинов, различающая три типа этих пигментов: эумеланины, феомеланины и алломеланины.

Эумеланины — черные азотсодержащие полимерные пигменты, главным образом животного происхождения, в том числе пигменты рыб и беспозвоночных.

Под названием "феомеланины" объединяют соединения желтой, красной или коричневой окраски, встречающиеся в волосах и перьях.

Алломеланины не содержат азота и определяют черную окраску растений.

Эумеланины чрезвычайно инертны и стабильны и подвергаются изменениям лишь в результате жестких химических воздействий. Вместе с тем они обесцвечиваются при длительном выдерживании на воздухе и при ярком солнечном свете или продолжительном окислении перекисью водорода. Меланины присутствуют в специфических клетках кожи рыб, известных как меланоциты или меланофоры. Внутри этих клеток меланины могут быть локализованы в специфических органеллах и в ассоциации с белком в виде гранул, которые имеют различную форму у различных видов.

Эумеланины синтезируются с участием ферментов, причем их предшественником является тирозин.

Меланины в теле животных играют роль экранирующих фильтров, ослабляющих интенсивность светового потока.

Меланины обладают антиокислительными свойствами в отношении темнового свободнорадикального перекисного окисления липидов.

Они активно ингибируют фотоиндуцированное окисление липидов путем как пассивного экранирования, так и активного химического взаимодействия с продуктами фотохимического окисления.

Гемоглобин, помимо окраски крови и мышц, обуславливает окраску в розовый цвет некоторых участков тела и специфических тканей, но общий его вклад в окраску животных, в том числе рыб, небольшой.

Простетическая группа пигментов белка крови гемоглобина и мышечного белка миоглобина, так же как хлорофилл, является порфирином. Гемоглобин и миоглобин являются гемопротеинами, т. е. белками, содержащими в качестве простетической группы порфирин с хелатированным ионом железа, или гем. В функционирующих гемопротеинах железо находится в восстановленной форме Fe^{2+} ; если в их молекулах присутствует окисленная Fe^{3+} -форма, то гемопротеины неактивны.

Размеры гемоглобинового комплекса варьируют в очень широких пределах, что приводит к различиям в максимумах поглощения света, а значит, и к различиям в окраске.

У некоторых рыб имеется более чем один гемоглобиновый компонент в крови, например в крови тихоокеанского лосося содержатся два гемоглобиновых компонента, значительно различающихся между собой.

В жире сардин обнаружен хлорофилл, придающий жиру этой рыбы зеленоватый цвет. Некоторые рыбы окрашены фикобиллинами, которые они получают из водорослей, служащих им пищей.

Билины — линейные тетрапирролы, или тетрапирролы с открытой цепью. К ним относятся желчные пигменты.

С увеличением глубины места обитания у разных видов рыб спектр поглощения пигментов сдвигается в сторону голубого цвета.

Рассеяние света мельчайшими частицами гуанина в совокупности с черной меланиновой окраской подстилающих тканей дает синюю окраску.

В некоторых случаях гуанофоры снизу "выложены" каротиноидами, что придает рыбам золотистый цвет.

Окраска рыб и характер ее распределения изменчивы, причем изменения связаны с временем года, стадиями развития, условиями окружающей среды.

Внешний вид рыб и беспозвоночных нельзя рассматривать без учета их среды обитания.

Многие рыбы и беспозвоночные способны очень быстро изменять свою окраску и ее рисунок в ответ на стрессовые состояния или изменения окружающей среды. Эти изменения обусловлены либо изменениями количества содержащегося пигмента в результате его синтеза, либо изменениями эффективности, с которой проявляется его окраска.

Изменения окраски, обусловленные синтезом или разрушением пигмента, называют морфологическими. У рыб светлая поверхность

обуславливает усиление образования гуанина в иридофорах и одновременно распад меланинов и, наоборот, образование меланина, происходящее на темном фоне, сопровождается исчезновением гуанина.

Изменение эффективности проявления окраски называют физиологическим, причем оно происходит быстрее, чем морфологическое. В этом случае мобилизация уже существующих органелл внутри клетки определяет эффективность проявления окраски. Такие процессы, протекающие легко и обратимо, характерны как для рыб, так и для многих беспозвоночных.

У рыб, как и у других животных, за исключением головоногих моллюсков, меланиновые гранулы могут распределяться по периферии клетки, где они эффективно поглощают свет, обуславливая темную окраску, или могут собираться в центре клетки, благодаря чему поглощается лишь незначительное количество падающего света.

Многим морским рыбам, ракообразным, моллюскам свойственна биолюминесценция — генерирование видимого света. Биолюминесценция у морских животных обусловлена главным образом их симбиозом с колониями бактерий, испускающих свет. Светящиеся микроорганизмы содержатся в специальных органах.

Биолюминесценция объясняется окислением субстрата (люциферина) ферментом (люциферазой), в результате которого на одной из стадий этого процесса происходит испускание фотона.

Окраска испускаемого света может быть различной (красной, сине-зеленой) в зависимости от конформации фермента, которая, в свою очередь, зависит от температуры, pH, давления, концентрации компонентов.

§ 9. Гигиеническая характеристика

Пищевому использованию рыб и беспозвоночных предшествуют гигиенические исследования.

Рыбы и водные беспозвоночные животные могут быть источником микробных инфекций и интоксикаций.

Заболеваниям, связанным с рыбами и водными беспозвоночными, могут быть подвержены потребители продукции и профессиональные рабочие рыбной промышленности.

Заболевания потребителей включают бактериальные токсикоинфекции и интоксикации, паразитарные и вирусные болезни, отравления химическими ядами, биотоксинами, а также аллергические реакции, вызванные употреблением рыбы и беспозвоночных.

К профессиональным заболеваниям относятся бактериальные инфекции кожи, укусы и уколы ядовитыми рыбами, аллергические реакции, вызванные контактом с рыбами, ракообразными и моллюсками.

Паразиты рыб. В организме рыб могут паразитировать некоторые

гельминты, вызывающие заболевания у людей, особенно при употреблении сырой или недостаточно обработанной рыбы.

По типу воздействия на сырье различают несколько видов групп паразитов рыб: паразиты, представляющие опасность для человека; паразиты, изменяющие физико-химические свойства рыбы, и паразиты, портящие товарный вид рыбного сырья.

Наиболее часто поражены рыбы миксоспоридиями и микроспоридиями.

Миксоспоридии (*Myxosporidia*) паразитируют в различных органах и тканях морских рыб. Некоторые виды миксоспоридий образуют скопления (цисты) в виде темных или светлых узелков величиной от долей миллиметра до одного сантиметра. Другие виды миксоспоридий диффузно рассеяны в тканях рыбы.

Отрицательное влияние на качество рыбы оказывают немногие виды миксоспоридий. Представители рода *Kudoa* поражают мышечную ткань и вызывают ее разжижение. Консистенция мяса зараженной рыбы обычно начинает ослабевать после засыпания рыбы вследствие возрастающей активности протеолитических ферментов паразита. Замедление действия этих ферментов, или инактивация, приводит к уменьшению количества рыбы с ослабленной консистенцией.

Гигантские миксоспоридии встречаются у глубоководных рыб: гладкоголова, берикса, солнечника. Мажущуюся или бесструктурную консистенцию мяса, вызванную миксоспоридиями, можно наблюдать у тихоокеанского хека, стрелозубого палтуса.

Рыба, пораженная миксоспоридиями, может быть использована для пищевых целей при условии применения специальных режимов обработки или направлении ее на выпуск тех видов продукции, где дефекты консистенции незаметны. Хорошие результаты наблюдаются при быстром охлаждении или замораживании улова, обжарке рыбы в масле.

Микроспоридии (*Microsporidia*) встречаются в разных органах и тканях морских рыб. Их споры образуют цисты светлой или темной окраски, хорошо заметные в мясе. Они не влияют на консистенцию мяса, однако ухудшают товарный вид рыбы. Из микроспоридий наиболее распространен вид *Glugea punctifera*, паразитирующий в мускулатуре минтая и трески и относящийся к паразитам рыб, безопасным для человека.

На рыбах паразитируют многие виды сосальщиков-трематод со сложным циклом развития. Развитие трематод происходит с участием от двух до четырех хозяев. У рыб встречаются половозрелые и личиночные формы трематод, которые образуют в тканях шаровидные или вытянутые цисты. Трематоды ухудшают внешний вид сырья, а некоторые из них опасны для человека.

Многие трематоды паразитируют в желчных протоках человека, его печени, кишечнике. Другие виды могут поселяться в легких, внедряться в мозг, сердце и другие органы.

В коже, подкожных слоях мускулатуры, на плавниках тихоокеанских камбаловых рыб встречаются трематоды *Stephanostomum* spp. в личиночной форме. Они образуют цисты белого или желтоватого цвета диаметром 1–1,5 мм, заметные невооруженным глазом. При сильном поражении отдельные участки плавников или поверхности мяса рыбы выглядят как обсыпанные крупой. Для человека стефаностомум в личиночной форме не опасен. При термической обработке большинство цист разрушаются и становятся незаметными.

Потенциальную опасность для здоровья человека могут представлять трематоды *Cryptocotyle* spp., личинки которых способны развиваться в кишечнике человека. Их обнаруживают в коже, мышцах и внутренних органах рыб в виде цист, окаймленных черным пигментом. Личинки погибают при низкотемпературном замораживании и тепловой интенсивной обработке.

У рыб дальневосточных морей, западного побережья Канады, в районах Шпицбергена, Фарерских островов, северо-западной части Африки и других районов встречается более 600 видов цестод (*Cestoda*) — ленточных червей. У рыб они паразитируют во взрослой и личиночной стадиях. Интенсивность заражения этими паразитами увеличивается с возрастом рыб. Личиночные формы некоторых цестод могут развиваться в пищеварительном тракте человека и вызывать его заболевание.

Широко распространенными паразитами многих промысловых рыб являются личинки цестод — нибелинии, длиной до 1 см, белого цвета и с характерным внешним видом. Они хорошо различимы в тканях рыб. Нибелинии локализуются в разных органах и тканях. Особенно много их на поверхности тела около анального отверстия, в печени, желудке, кишечнике и мускулатуре рыб. Нибелинии встречаются у минтая, лемонемы, угольной рыбы, терпуга, палтуса, камбаловых, бельдюговых и многих других рыб.

В полости тела рыбы нибелинии обычно встречаются в виде цист. При высокой зараженности нибелиниями рыбу не используют для пищевых целей из-за неприятного внешнего вида ее, хотя для человека эти паразиты опасности не представляют.

Из цестод в кишечнике человека могут развиваться и вызывать заболевание дифиллоботриумы (*Diphyllobothrium* spp.). Они встречаются сравнительно редко во внутренних органах морских рыб и еще реже в мускулатуре. Большинство случаев заражения ими отмечается в прибрежных районах Японии, Перу и Чили.

Многочисленные виды скребней колючеголовых (*Acanthocephala*) паразитируют в кишечнике, а также в других внутренних органах рыб. Скребни ухудшают товарный вид рыбы. Несколько их видов потенциально опасны для здоровья человека.

Нематоды (*Nematoda*) — круглые черви — паразитируют в личиночном и взрослом состоянии в пищеварительном тракте, реже под кожей, в мускулатуре и других частях тела рыб. Личиночные формы нематод

морских рыб длиной от долей миллиметра до 3–4 см распространяются в виде цист и могут быть свободными. Они ухудшают товарный вид продукции, а некоторые личиночные формы нематод могут быть опасны для здоровья человека. Взрослые нематоды имеют длинное (до нескольких сантиметров) тонкое тело с заостренными или закругленными концами.

Разные виды нематод обнаружены у морских рыб: длинноперого макруруса, угольной рыбы, тихоокеанского черного палтуса, мерлузы, трески, минтая, терпуга, хамсы и др.

По зарубежным данным, в последние годы участилось заболевание человека, вызванное личинками нематод рода *Anisakis* и *Phocanema*, при употреблении в пищу сельди. Личинки этих нематод, попадая в организм человека и превращаясь во взрослую особь круглого червя, вызывают тяжелые поражения тонкого кишечника, лечение которого нередко приводит к хирургическому вмешательству. Поражение этими нематодами приводит также к обострению аппендицита.

Основная причина распространения этого заболевания связана с изменениями в технологии переработки рыбы. При хранении до переработки неразделанной рыбы в охлажденном виде на борту судна возникает возможность миграции личинок из внутренностей в мышцы рыбы. Анизакиды обнаружены более чем у 160 видов морских костистых рыб, включая тунца, лосося, атлантическую скумбрию, берикс, макрурус, тихоокеанского черного палтуса, мерлузу, треску, минтая и др.

Степень зараженности анизакидами нередко бывает очень высокой — до 60–90 личинок на 1 кг массы рыбы.

Обычно анизакиды локализуются в брюшной полости, а иногда в мышцах, главным образом брюшка. Для удаления наиболее зараженных участков тела предложено выпускать филе свежей рыбы с удаленным брюшком.

Визуальные способы контроля не могут гарантировать паразитарной чистоты филе, а тем более целой рыбы. Для обнаружения нематод в мясе и костях рыбы созданы приборы, действие которых основано на световом сканировании.

Большой интерес представляет изучение влияния на выживаемость нематод анизакид некоторых параметров технологического процесса.

Известно, что личинки погибают при температуре 38 °С, если экспозиция составляет 100 мин, а также при минус 18...минус 20 °С в течение 1 сут. Личинки анизакид выживают в условиях производства слабосоленых (5–8 % соли) быстросозревающих (2–5 сут) изделий из сельди.

Для гарантии гибели личинок анизакид длительность выдерживания слабосоленой продукции должна составить не менее 24 ч при температуре минус 18 ... минус 20 °С.

Во избежание заражения живыми анизакидами для приготовления маринованной продукции из свежей сельди маринад должен содержать 7 % уксусной кислоты и 14 % поваренной соли, соотношение рыбы и

заливки должно составлять 1,5:1,0, температура маринования должна достигать 3–6 °С, продолжительность – 32–40 сут. Уничтожение анизакид в маринадах происходит и при более низком содержании уксусной кислоты и поваренной соли, но при наличии других кислот.

В настоящее время благодаря разъяснительной работе среди населения о вреде употребления рыбы в сыром или полусыром виде риск отравления личинками анизакид значительно уменьшился.

Применение специальных режимов обработки позволяет использовать рыбу-сырец, зараженную этими нематодами, для производства безопасной пищевой продукции.

У морских рыб паразитирует более тысячи копепод (*Copepoda parasitica*), поражающих поверхность тела, жабры, внутренние органы и ткани рыб. Размеры копепод колеблются от 1 мм до 20–30 см.

У ряда копепод головная часть глубоко погружена в тело рыбы, а задняя – свободно висит. Вокруг других копепод четко выделяется зона некротической (отмершей) ткани рыбы. Мышечные волокна становятся рыхлыми.

Копеподы безопасны для здоровья человека, однако ухудшают товарный вид рыбы. При использовании рыбы с копеподами на поверхности места их прикрепления обычно удаляют. Копеподы встречаются у сайры, тунцов, парусников, летучих рыб, эпигонуса, окуней и др.

Изоподы (*Isopoda parasitica*) – один из отрядов класса ракообразных. Они паразитируют на поверхности тела морской рыбы, в жабрах и некоторых других частях тела. У них членистое тело и характерные конечности. Длина тела составляет 1–5 см. Для человека изоподы опасности не представляют, однако ухудшают внешний вид рыбы.

Яды. Многие морские организмы продуцируют различные биологически активные вещества, в том числе и яды.

Биологические токсины, вредные для здоровья человека, содержатся лишь в небольшой части видов рыб и беспозвоночных животных, употребляемых человеком в пищу. Обычно такие токсины отсутствуют в рыбах, добываемых в холодных или умеренных водах.

Эти токсины, периодически обнаруживаемые в рыбах тропических и субтропических вод, в отдельных районах представляют серьезную опасность для здоровья человека.

Наиболее распространенной формой интоксикации являются отравления сигуатеротоксином. Сигуатерные отравления наиболее опасны, так как их могут вызывать многие виды рыб, которые являются съедобными в одних районах и ядовитыми в других, или рыбы, токсичные в зависимости от сезона их добычи. Известно свыше 400 видов ядовитых рыб, в том числе семейства рифовых окуней (*Lutjanidae*) и каменных окуней (*Serranidae*).

Токсичными рыбы становятся внезапно и остаются таковыми в течение нескольких лет. Причина продуцирования яда в рыбах, возможно, связана с их питанием.

Сигуатеротоксин встречается у съедобных видов рыб, которые питались токсичными синезелеными водорослями.

Такие крупные рыбы-хищники, как барракуда, аккумулируют яд, поглощаемый их жертвами из водорослей, и удерживают его в организме в течение продолжительного времени.

Сигуатеротоксин представляет собой комплексный яд, состоящий из водо- и жирорастворимой фракций, растворимый в органических растворителях, термоустойчивый, не разрушающийся при обычной кулинарной обработке. Симптомы отравления сигуатеротоксином обычно проявляются через 1–10 ч и выражаются в растрескивании губ, сухости в ротовой полости, металлическом привкусе, мышечной слабости, желудочно-кишечных расстройствах, судорогах, параличе мышц. Смертельный исход зарегистрирован в 7–10 % случаев.

Сильным паралитическим действием обладает содержащийся в рыбах яд тетродотоксин. Отравление тетродотоксином связано с употреблением в пищу рыб семейства собак-рыб или скалозубов, главным образом из рода фугу, распространенного в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах. У рыб, содержащих тетродотоксин, наблюдается четкая региональность токсичности, причем количество токсина зависит от сезона. Токсин концентрируется в основном в гонадах и печени рыб, однако содержится в мышцах и коже.

У разных особей рыб из одного улова наблюдается различная токсичность.

Высокой токсичностью обладает рыба фугу (*Fugu stictonotus*), вылавливаемая в отдельных районах побережья Японии. Токсичными являются мышцы, кожа, желчь, пищеварительный тракт. Печень фугу имеет самую высокую токсичность по сравнению с другими органами и тканями. Предположительно источником токсичности фугу являются органы пищеварительной системы этой рыбы.

Токсикация мяса размороженной фугу происходит в основном в результате миграции токсина, содержащегося в коже рыбы.

По летальному воздействию тетродотоксин примерно в 1000 раз активнее цианида натрия. Признаки отравления тетродотоксином появляются через 10–45 мин, при этом нарушается дыхание, возникают судороги мышц, понижение температуры тела и кровяного давления, слюнотечение, паралич языка и губ. Летальный исход наблюдается в 61 % случаев.

Тетродотоксин термостабилен и при обычной варке не разрушается.

Железы определенных видов рыб вырабатывают токсические вещества, которые при уколе или укусе попадают в организм человека и вызывают интоксикацию.

Спорадическая токсичность отмечена у миног, акул, скатов, химер, сельди, анчоуса и т. д. Например, морской дракончик и другие представители драконовых (*Trachinidae*) имеют ядовитые железы,

расположенные у колючек первого спинного плавника, а семейства клоуновых (*Antennariidae*) — на жаберных крышках.

При уколах драконовых рыб возникают жгучая боль, зуд, опухоль и покраснение в местах укола. Эти явления сопровождаются головной болью, повышением температуры, судорогами. В отдельных случаях может наступить летальный исход.

У некоторых видов скатов (сем. хвостоколов *Dasyatidae* и сем. орляковых *Myliobatidae*) на хвостовом плавнике имеются ядовитые колючки. Отравление человека после укула ската проявляется в значительном ослаблении сердечной деятельности, расстройстве желудочно-кишечного тракта. В особо тяжелых случаях возможен паралич и летальный исход.

Токсичной может быть кровь угря и миноги. При попадании ее на открытые раны человека возникают покраснение кожи, мышечная слабость и другие признаки заболевания.

Мурены вносят яд при укусе.

Яды скатов и драконовых рыб являются нейро- и гематотоксичными.

Ядовитых рыб и моллюсков по внешнему виду невозможно отличить от неядовитых.

С некоторой долей вероятности присутствие яда может быть установлено путем лабораторного анализа: методом биотестов на мышах, газовой хроматографией, методом капиллярного изотахофореза.

Для предупреждения отравления рыбами применяют ряд мер, в том числе ограничение промысла и потребления токсичной рыбы, контроль районов и времени промысла, а также удаление токсичных органов у рыб.

Основные меры предупреждения отравления рыбами и моллюсками начинаются еще до их добычи.

Акватории, где обитают токсичные гидробионты, делят на сезонно токсичные и хронически токсичные. Там устанавливают строгие карантинные режимы, о чем оповещают добывающие страны.

Полезными для профилактики отравлений гидробионтами могут быть визуальные наблюдения окружающей среды и поведения морских животных. Например, образование красных пятен в море, гибель чаек и уток могут служить сигналом появления токсичного планктона, служащего пищей морским организмам, в том числе рыбам и беспозвоночным.

В то же время ядовитые рыбы и моллюски могут служить ценным фармацевтическим сырьем. Микродозы ядовитых веществ давно используют для лечения различных заболеваний в народной медицине.

Современная медицина также использует ряд биологически активных веществ, полученных из гидробионтов, в качестве лекарств. Например, из рыбы фугу выделен яд тетродотоксин, напоминающий по дейст-

вию яд кураре. Полученные из него препараты применяют при лечении невралгии, артрита, ревматизма.

Тяжелые металлы. В результате употребления рыбы и морепродуктов, загрязненных ртутьсодержащими соединениями, возникают отравления людей.

Ртуть широко распространена в природе как естественный ее элемент. Она присутствует в осадочных породах, почве, воде, атмосфере главным образом в виде сульфида HgS .

Концентрация ртути в морской воде в среднем составляет 0,1–0,2 мкг/л.

Из общего количества ртути, поступающей в Мировой океан, около половины вносится с отходами производственной деятельности человека (химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, сжигание каменного угля и нефти, электротехника, горное дело и др.). Рыбы являются критическим звеном в круговороте ртути в природе.

В рыбе и морепродуктах ртуть содержится главным образом в виде метилртути. Неорганическая ртуть иногда обнаруживается в следовых количествах.

Метилирование неорганической ртути, содержащейся в воде, вероятно, происходит под каталитическим воздействием морских микроорганизмов. В то же время возможно образование метилртути из неорганической формы ее и в организме рыб. Образование метилртути в морской воде и накопление ее гидробионтами относят к стабильным процессам биологического круговорота ртути.

Органические соединения ртути, особенно метилртуть, обладают высокой токсичностью. Неорганическая ртуть имеет сравнительно невысокую токсичность.

Метилртуть связывает в организме ферменты путем блокирования сульфгидрильных групп.

Концентрирование ртути в рыбе осуществляется в основном по пищевой цепи, но может происходить и непосредственно из морской воды через жабры.

Накопление ртути в океанической рыбе зависит от степени загрязнения воды и таких видовых особенностей рыбы, как долголетие, занимаемое в пищевой цепи место, способность накапливать ртуть, содержащуюся в пище, и концентрировать ее из морской воды, скорость выделения ртути из организма и др.

Морские рыбы обладают высокой стойкостью к токсическому действию ртути и ее соединений.

Ртуть из организма рыб выводится очень медленно. Период ее полувыведения, например, у камбаловых рыб и шук равен 2–3 годам.

Высокое содержание ртути (более 1 мг/кг) наблюдается у некоторых океанических рыб (тунцов, марлинов, меч-рыбы, акул). У этих долгоживущих рыб содержание ртути увеличивается с возрастом.

Содержание ртути увеличивается с увеличением массы и размера рыбы.

Во многих странах для предотвращения отравления введены нормы максимально допустимого уровня содержания ртути в рыбе и беспозвоночных. Допустимая остаточная концентрация ртути составляет 0,5–1,0 мг/кг.

Почти все тяжелые металлы в ограниченных количествах полезны для человека. Исключение составляют ртуть и кадмий, которые по современным представлениям не имеют биологических функций.

Токсическое действие кадмия на человека изменяется в зависимости от состава пищи. При недостатке цинка, а также меди, железа, марганца, селена влияние больших доз кадмия возрастает. Он занимает место цинка в биологических системах, вызывая их функциональные расстройства.

Кадмий очень медленно выводится из организма. Поэтому длительное употребление загрязненных кадмием продуктов может вызвать хроническое отравление. Его симптомы: потеря аппетита, утрата обоняния, нарушение функций почек, золотистое окрашивание десен.

Содержание кадмия в мясе рыб сравнительно невелико (от 0,01 до 0,03 мкг/г).

Свинец представляет опасность при попадании его в организм человека с загрязненными рыбами и беспозвоночными.

В ионизированной форме свинец оказывает вредное действие на обмен веществ на клеточном уровне.

Свинец обнаружен в загрязненных рыбах в количестве 0,08–0,2 мг/кг.

Свинец аккумулируется разными органами рыб уже при небольших его концентрациях в воде или корме. В печени рыб свинца накапливается в 3–11 раз больше, чем в мышцах.

Пестициды и полихлордифенилы. Быстрое увеличение масштабов производства, химизация сельского хозяйства, рост городов привели к загрязнению окружающей среды, в том числе пресноводных бассейнов и Мирового океана.

Ежегодное количество отходов на Земле оценивается в сотни миллионов тонн. Многие из них не утилизируются в биологическом круговороте веществ и накапливаются в биосфере. Все возрастающую долю отходов составляют токсические вещества.

К токсическим веществам относятся хлорорганические углеводороды, объединяющие две большие группы веществ: пестициды и полихлордифенил (ПХД).

Пестициды представляют собой очень большую и постоянно растущую группу химических веществ, поступающих в окружающую среду.

Пестициды и полихлордифенилы слабо растворимы в воде, но хорошо растворимы в жирах. Они обладают высокой стойкостью к внешним воздействиям, благодаря чему переносятся по пищевым цепям и

накапливаются в организме рыб, морских беспозвоночных и теплокровных животных.

Пестициды — химические средства борьбы с различными вредными организмами. Несмотря на то что производство многих пестицидов с 70-х годов стало резко сокращаться из-за введения на них рядом стран ограничений и запретов, загрязнение окружающей среды ими продолжается.

Поступление пестицидов в Мировой океан и особенно в прибрежные моря будет происходить еще в течение нескольких десятилетий за счет ранее накопленных путем вымывания их из почвы и выпадения из атмосферы.

ДДТ — универсальный инсектицид, который применялся более 30 лет назад. ДДТ часто встречается совместно со своими производными: ДДЕ (дихлордифенилдихлорэтиленом) и ДДЦ (дихлордифенилдихлорэтаном). ДДЕ возникает в результате дигидрохлорирования ДДТ, ДДЦ образуется путем восстановительного дехлорирования ДДТ. За рубежом ДДЕ применяется как самостоятельный инсектицид.

Особенно ядовитым метаболитом ДДТ является ДДЦ.

Известны инсектициды альзрин, дильдрин, гептахлор, эндрин. Они объединены в группу диеновых инсектицидов. Остаточное содержание диеновых инсектицидов в объектах морского промысла невелико.

Инсектицидный препарат линдан, состоящий в основном из гамма-изомера гексахлорциклогексана (ГХЦГ), наблюдается в морепродуктах редко и в малых количествах.

ДДТ и его метаболиты в разные периоды были обнаружены в мясе, жире, печени морских рыб и млекопитающих, обитающих в различных районах Мирового океана, а также в пресноводных рыбах. Максимальное количество пестицидов накапливается в жировых депо и в тканях, богатых липидами.

Токсическое воздействие пестицидов проявляется в основном в нарушениях центральной нервной системы животных и человека. При отравлении ими могут наблюдаться патологические явления в желудочно-кишечном тракте.

Особую опасность представляют остатки пестицидов, которые при взаимодействии с нитритом во время обработки рыбы приобретают сильные токсичные, мутагенные и канцерогенные свойства.

По системе, принятой в СССР, пестициды делятся на 4 группы по их острой токсичности (острая токсичность выражена в LD_{50} — наименьшая доза, вызывающая смертность 50 % подопытных организмов): сильнодействующие — LD_{50} 50 мг/кг, высокотоксичные — от 50 до 200 мг/кг, среднетоксичные от 200 до 1000 мг/кг и малотоксичные — более 1000 мг/кг.

В США, Швеции и Японии установлен максимально допустимый уровень содержания суммы ДДТ и его производных равный в рыбе 4 мг/кг, в рыбных продуктах 5 мг/кг.

В ФРГ максимально допустимая доза пестицидов составляет для большинства рыб 2 мг/кг, для угря, лосося и осетра — 3,5 мг/кг.

ПХД давно выпускают и используют как пластификаторы при производстве поливинилацетата, акрильных смол, клея, изолирующих и герметизирующих материалов, антикоррозийных покрытий, смазок, теплоносителей, хладагентов.

ПХД используют в качестве диэлектриков в электротехнической промышленности. Основным источником загрязнения окружающей среды ПХД является разрушение старых трансформаторов, конденсаторов в местах захоронения в земле с последующей утечкой в почву и грунтовые воды. Другим источником ПХД являются упаковочные материалы, полученные с вторичным использованием бумаги, ранее загрязненной ПХД.

ПХД представляют собой сложные смеси дифенилов, имеющих разную степень хлорирования. ПХД выпускают в виде более чем 100 препаратов, причем наиболее известны из них арохлор, фенхлор, канхлор различных торговых марок.

ПХД, добавленные к инсектицидам, способны усиливать токсичность ДДТ, уменьшают их летучесть.

Морская вода является природным аккумулятором полихлордифенилов.

Они содержатся и на поверхности воды и на больших глубинах. Например, в северной части Атлантического океана количество их может достигать от 35 мкг/т на поверхности до 10 мкг/т на глубине 200 м.

В прибрежных районах, особенно вблизи крупных промышленных центров, концентрация полихлордифенилов в морской воде значительно выше, чем в океане. Аккумуляция полихлордифенилов рыбами происходит из воды и из корма.

ПХД распространяются по пищевой цепи: фитопланктон — мирная (травоядная) рыба — хищная рыба. Низшие гомологи полихлордифенилов метаболируются или выделяются быстрее, чем высшие. Рыба, находящаяся на низшем и промежуточном уровнях пищевой цепи, содержит меньше гексахлористых соединений и больше тетрахлористых и пентахлористых, чем виды, находящиеся на высоком трофическом уровне, например белые акулы.

Содержание ПХД в рыбе может превышать в 1000 раз и более его количество в морской воде.

В биологических материалах происходит избирательное накопление более токсичных высокохлорированных компонентов промышленных смесей ПХД. Уровень содержания ПХД зависит не только от места обитания рыбы, но и от массы ее, длины, а также принадлежности к тому или иному стаду.

Отмечена прямая связь между содержанием ПХД в воде и содержанием жира в рыбе. В порядке уменьшения содержания ПХД изученные рыбы располагаются следующим образом: минога, угорь, салака, фо-

рель, семга, северная песчанка, балтийский осетр, сарган, белокорый палтус, судак.

Пресноводные рыбы накапливают значительно большее количество полихлордифенилов, чем морские. Концентрация ПХД в морской рыбе может достигать очень высоких значений — от 5 до 100 мг/кг.

В Японии, например, было обнаружено содержание ПХД более одной части на миллион в съедобных частях 16 % морской и 18 % пресноводной рыбы. В антарктических рыбах содержание ПХД достигло 0,03–0,06 мг/кг.

Например, у пресноводных рыб Италии содержание ПХД составило от 0,018 (у карпа) до 1,3 мг на 100 г жира (у окуня).

Признаками отравления ПХД являются похудание, пигментация ногтей, головная боль, воспаление слизистой, увеличение лимфоузлов, дегенеративные изменения печени, нервной системы.

В некоторых странах установлены предельно допустимые концентрации ПХД в печени рыб, используемой на пищевые цели. Например, в ГДР эта концентрация равна 5000, в Швеции — 2000 мкг/кг.

Для рыбных продуктов в Японии установлена максимально допустимая концентрация ПХД, равная 3000 мкг/кг.

Рыбное сырье, загрязненное пестицидами или ПХД выше предельно допустимых концентраций, может быть использовано для пищевых или кормовых целей после предварительной обработки.

Выдерживание рыбы, содержащей ПХД, в чистой воде дает положительный результат (выведение ПХД), однако мало приемлемо из-за продолжительности (форель выдерживали в чистом ручье в течение года).

Кулинарная обработка рыбы может в значительной степени уменьшить содержание ПХД и пестицидов в ней: количество ПХД уменьшается на 25–70 %, дильдрин на 25–57 %, соединений ДДТ на 30–57 %. Максимальное снижение содержания этих веществ наблюдается в жареной обесшкуренной рыбе.

Возможна обработка рыбы органическими растворителями с целью удаления жира, поскольку ДДТ и ПХД являются жирорастворимыми соединениями. Отделение же пестицидов от жиров представляет значительные трудности из-за практически одинаковой их растворимости, поэтому в настоящее время нет промышленных способов очистки жиров рыб от пестицидов.

§ 10. Пищевая ценность рыбы

Пищевая ценность рыбы включает ряд показателей.

С физиологической точки зрения пища является источником энергии и поставщиком строительных (пластических) материалов для продуцирования, восстановления и замены тканей тела человека.

Для удовлетворения нужд в энергетическом и пластическом мате-

риале человек потребляет различные пищевые продукты, масса которых за год превышает примерно в 9 раз его массу.

Потребность человека в источниках энергии покрывается главным образом углеводами и липидами и в меньшей степени белками.

Современная наука о питании располагает данными о потребности человека в каждом компоненте пищи и содержании этих веществ в различных пищевых продуктах. В то же время следует иметь в виду, что обеспечение нормальной жизнедеятельности возможно только при сбалансированном питании, когда определены пропорции отдельных компонентов пищи с учетом потребности в энергетических и строительных материалах, а также незаменимых компонентов пищи, которые не синтезируются в организме человека.

Пищевая ценность продуктов питания является комплексным показателем.

Биологическая ценность продуктов питания отражает прежде всего качество белкового компонента пищи, связанного со сбалансированностью его аминокислотного состава, а также способностью его максимально перевариваться, усваиваться и использоваться организмом.

Для определения биологической ценности исследуется аминокислотный состав продуктов и сравнивается с идеальной шкалой аминокислот, которая отражает состав гипотетического белка, сбалансированного полностью по содержанию аминокислот.

Это сравнение и составляет метод аминокислотного сора. Лимитирующей биологическую ценность считается аминокислота, скор которой имеет наименьшее значение.

Важным показателем качества пищевого белка является степень его усвоения, выражаемая коэффициентом усвоения.

Важным показателем при биологической оценке липидов является отношение полиненасыщенных жирных кислот к насыщенным жирным кислотам, которое должно составлять в пище здорового человека 0,3.

При изучении пищевой ценности рыб определяют азотистую фракцию и аминокислотный спектр, жирнокислотный и групповой состав липидов, степень их окисленности, а также содержание минеральных веществ и витаминов.

Рыбное сырье следует рассматривать прежде всего с точки зрения полноценности его по содержанию белка как основного пищевого компонента. У рыб количество протеина несколько больше, чем у наземных животных.

Мясо рыб богато аминокислотами, в том числе незаменимыми, при доминирующем содержании лизина и лейцина.

Отношение содержания триптофана к оксипролину является качественным показателем ценности белков мяса рыбы и наземных животных. У мелкой иваси эта величина колеблется от 1,8 до 3,3, т. е. меньше, чем у наземных животных (7,8). Выбор этих аминокислот определяется тем, что триптофан является незаменимой аминокисло-

той, присутствующей во всех мышечных белках в довольно постоянном количестве, а оксипролин — постоянной составляющей, характерной для неполноценных в пищевом отношении белков соединительных тканей. Соотношение триптофана и оксипролина у рыб колеблется от 2,5 до 7,9, однако у большинства промысловых объектов оно составляет 3,5—5,0.

Мясо рыбы не только является источником полноценного белка, но и способствует улучшению общего аминокислотного состава рациона при потреблении совместно с продуктами растительного происхождения, для которых характерен дефицит лизина, треонина и триптофана.

Наряду с белками пищевую ценность рыб, усвояемость, технологические свойства обуславливают липиды.

Выявлены значительные колебания содержания липидов — от 0,89 до 20 % в съедобной части рыб.

Биологическую ценность липидов рыбы и беспозвоночных определяет наличие в них фосфатидов, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов.

Для жирнокислотного состава липидов многих видов рыб характерно высокое содержание кислот с пятью и шестью двойными связями. Эти кислоты обеспечивают эффективный липидный обмен, проницаемость капилляров и снижение содержания холестерина в крови человека, что позволяет отнести мясо рыб к диетическим и лечебно-профилактическим продуктам.

Эйкозапентаеновая кислота способствует нормальному функционированию сердечно-сосудистой системы. Она является предшественником простагландинов, которые представляют собой гормоноподобное вещество, участвующее в образовании протромбина. Эйкозапентаеновая кислота способствует уменьшению в крови человека холестерина и нейтральных жиров, предотвращая тем самым атеросклероз и поддерживая нормальное давление крови.

По интегральному скору рыба удовлетворяет суточную потребность человека в животных белках на 7—24,0 %, в жирах на 0,2—12 %, в том числе полиненасыщенных жирных кислотах на 0,1—18 %.

В связи с тем что углеводы присутствуют в съедобных частях рыб в незначительных количествах, они мало влияют на калорийность ее.

Аминосакхара и содержащие их полимеры обладают высокой биологической активностью. Они оказывают ингибирующее действие на различные новообразования. Их применяют при лечении атеросклероза, гипертонической болезни. Они ускоряют всасывание лекарств, стимулируют процессы кроветворения и т. д.

Мясо рыбы является ценным компонентом рациона как источник витаминов группы В, Н (биотина) и РР (никотиновой кислоты), а также инозита и пантотеновой кислоты, витамина С (в меньшей степени).

Известны и широко используются лечебные свойства витаминов А и D.

Жирные кислоты — линолевая, линоленовая и арахидоновая, в комплексе называемые витамином Р, в значительных количествах содержатся в жирах рыб.

Тканевые жиры рыб содержат естественный антиокислитель — витамин группы Е (токоферолы).

Рыбы являются источником минеральных веществ.

Минеральные вещества в пищевых продуктах классифицируются на высокотоксичные — Hg, Cd, Pb, As, Sb; биологически активные — Cu, Zn, Sn, Se, Fe, Ni, Cr, Al, F и J и группу веществ, роль которых еще не установлена окончательно, — B, Mn, Mo, Co, V, Si, Br.

В различных странах регламентация содержания минеральных веществ различна. В СССР установлена норма для As, Pb, Cu, Sn и Zn.

Биоусвояемость микроэлементов зависит от многих факторов, наиболее существенными из которых являются механизм их накопления и выделения, физиологическое состояние человека, взаимодействие различных компонентов диеты, химические особенности и концентрация элементов. По существующей гипотезе элементы с близкими химическими и физическими свойствами являются антагонистами в биологическом аспекте. Большое влияние на биоусвояемость неорганических микроэлементов оказывает их валентность.

Особенно важно содержание тех элементов, которые входят в структурные компоненты тканей, активизируют определенные ферментные системы, обеспечивают возможность нормальной жизнедеятельности тканей и органов.

Ионы мышечного волокна определяют активность основных белков актомиозинового комплекса. Они влияют на взаимодействие АТФ с белками, полимеризационные процессы, регуляцию проницаемости клеточных мембран, активирование ферментных систем. К необходимым для организма минеральным веществам относятся кальций фосфор, калий, натрий, магний, сера, хлор, которыми богато мясо рыбы. Однако наибольшее значение имеют содержащиеся в рыбе микро- и ультрамикроэлементы — йод, фтор, железо, медь, цинк, кобальт, молибден.

Медь, железо и цинк являются компонентами многих окислительных ферментов. При недостатке меди наблюдается явление анемии вследствие нарушения процесса связывания железа. Кобальт принимает участие в метаболизме белков.

Молибден как компонент биологически активных белков играет роль в превращении жирных кислот и пуринов.

Марганец участвует в гормональных процессах и построении костей.

Железо играет известную роль, входя в состав гемоглобина крови и цитохромов мышц.

Йод входит в состав гормонов и наряду с хлором, бромом и фтором содержится в тканевых жидкостях.

Питаясь рыбой, человек может обеспечить себя железом от 5 до 25 %, фосфором — от 1 до 70 %, магнием — до 19 % потребности.

С целью обогащения продуктов минеральными веществами рекомендуются методы обработки, направленные на комплексное использование всех частей тела рыбы, в том числе костей, где содержание минеральных веществ выше, чем в других тканях тела рыбы.

При оценке пищевых достоинств рыбы учитываются ее органолептические свойства.

Органолептическое (сенсорное) восприятие продуктов питания представляет собой комплексный психофизиологический процесс. Раздражение органов восприятия продуктами питания передается в головной мозг, и человек осознает его как определенные ощущения.

Правильное представление о функционировании сенсорной системы человека способствует успешному применению органолептических методов исследования пищевых продуктов.

Сенсорные впечатления человека выражаются в качественных и количественных оценках вкуса, запаха, консистенции и внешнего вида продуктов питания.

Процесс поглощения пищи не только удовлетворяет физиологические потребности человека, но и служит источником удовольствия, радости насыщения. В этом процессе участвуют практически все ощущения человека.

Вкус пищи стимулирует выделение слюны, определяет продолжительность пережевывания и вид проглатывания. При этом в пищеварительном тракте активно происходят соматические явления. Вкус пищи стимулирует увеличение потребности в кислороде, что, в свою очередь, способствует ускорению пищеварения. Вкус играет роль информатора пищеварительного тракта, сообщая сведения о поступающем продукте, что позволяет системно предвидеть характер необходимых пищеварительных ферментов.

Ароматические вещества не обладают питательной ценностью, однако являются важной составной частью пищевых продуктов. Они стимулируют деятельность слюнных желез и желез, выделяющих желудочный сок, усиливая таким образом деятельность органов пищеварения.

Некоторые ароматические и вкусовые вещества оказывают возбуждающее действие на центральную нервную систему.

§ 11. Выбор путей направления рыбы в обработку

Рост потребности в белках животного происхождения обуславливает необходимость максимального использования рыбного сырья в пищевых целях.

Структура пищевой рыбной продукции определяется нормами потребления ее, разработанными Академией медицинских наук СССР.

Основная часть пищевой рыбной продукции должна поступать в торговую сеть в виде живой, охлажденной и мороженой рыбы (около 60 %). Соленая, копченая и консервированная в герметической таре ры-

ба должна составлять примерно равные части остального количества производимой продукции.

В настоящее время фактическая структура отличается от рекомендуемой в основном тем, что меньше производится живой, охлажденной и другой так называемой столовой рыбы, а больше — копченой, балычной, вялено-сушеной.

При выборе способа обработки конкретного вида рыбы учитывают ее технологические свойства, качество, а также производственные возможности.

Отечественная промышленность использует виды рыб, заметно отличающиеся друг от друга технологическими свойствами. Поэтому для каждого вида должны быть выбраны оптимальные варианты обработки.

В настоящий момент нет четкого сложившегося определения термина "технологические свойства рыбы". В то же время термин широко распространен в литературе.

К основным показателям, используемым при оценке технологических свойств рыбного сырья, относят: органолептические свойства получаемой из сырья продукции; выход основной продукции из единицы сырья; возможность применения высокопроизводительной рыбооб разделочной техники при обработке данного вида сырья; пригодность рыбы для производства из нее широкого ассортимента различных групп рыбных продуктов (т. е. универсальность).

К показателям технологической пригодности рыбы как сырья относят также способность рыбы храниться в течение длительного времени до переработки без существенного ухудшения качества; чувствительность тканей и отдельных органов к механическому воздействию при улове, хранении и механической обработке; однородность рыбы в одном улове по ее составу и свойствам (размеру, химическому составу и др.), сезонные колебания состава и свойств рыбы.

Гигиеническую пригодность рыбного сырья здесь намеренно не включили в состав характеристик, определяющих "технологические свойства рыбы", так как при отрицательном гигиеническом заключении о рыбе, которое всегда предшествует остальным оценкам, она не может рассматриваться как сырье для пищевых целей.

В связи с недостаточной изученностью взаимосвязей между отдельными свойствами рыбы и ее составом прогнозирование технологических свойств по ее объективным показателям в полной мере не производится. Поэтому технологической оценке рыбы предшествуют технологические эксперименты.

Органолептические свойства готовой продукции из рыбы различных видов определяют в результате сенсорной оценки экспериментальных образцов. Определяют вкус, запах, консистенцию продукции, внешний вид после приготовления и в процессе хранения ее. Все признаки органолептических свойств практически в равной мере учитывают при

оценке пригодности рыбы для производства конкретного вида продукции. Возможно, вкус, запах и консистенция имеют большее значение, чем внешний вид продукта. Однако статистически достоверных данных о значимости отдельных составляющих органолептической оценки рыбной продукции нет. Коэффициенты значимости, предписываемые отдельным показателям качества и отражающие место их в общей оценке органолептических свойств продукта, различаются по величине в зависимости от вида продукта, степени объективности его установления, страны, где они установлены, и других факторов.

Для большинства видов рыбной продукции в отечественной практике коэффициенты значимости имеют близкие между собой значения.

Органолептические свойства готовой продукции обусловлены главным образом химическим составом рыбного сырья и способом обработки его.

Известны некоторые зависимости химического состава и органолептических свойств, позволяющие прогнозировать отдельные свойства готовой продукции.

Так, в зависимости от величины белково-водного коэффициента, наличия в мясе формальдегида можно получить различную консистенцию рыбы, обработанной теплом.

Высокое содержание триметиламина, мочевины, продуктов окисления липидов определяет появление дефектов в запахе готовой продукции.

Внешний вид (цвет) консервов в томатном соусе тесно связан с количеством гексоаминов в мясе, коже и костях рыбы.

По некоторым показателям установлены рекомендуемые критерии. Так, например, для производства консервов с хорошей, плотной консистенцией рыба должна иметь белково-водный коэффициент не менее 0,2.

Выход основной продукции — важнейший экономический показатель, определяемый объективным (весовым) методом, оцениваемый в сравнении с имеющимися аналогами и зависящий от морфометрической характеристики рыбы, а также от техники разделывания рыбы и технологии ее.

Трудности в разделывании рыбы связаны с размерами и формой тела, наличием чешуи и плотностью ее прикрепления, массивностью и прочностью позвоночных и реберных костей, наличием колючих плавников, ядовитой и обильной слизи, прочностью прикрепления кожи к мясу (важно при производстве филе без кожи), необходимостью удаления "жучек", расположенных в основном на боковой линии рыбы, и др.

Универсальность сырья проявляется в том, что из него с равным успехом можно производить высококачественную продукцию различных видов. Такая рыба хорошо хранится в мороженом виде. Из нее получают натуральные консервы и кулинарные изделия, в которых ярко

выражены особенности сырья. Она пригодна для производства соленой, копченой, вяленой продукции.

Возможность получения широкого ассортимента продукции из одного вида рыбы определяется ее химическим составом. К важнейшим показателям его относятся содержание жира, белка, активность ферментов, направленность их действия, качественный состав липидов, наличие природных антиокислителей, количество и устойчивость красящих веществ мяса. При этом указанные вещества содержатся не в максимальном или минимальном, а чаще всего в оптимальном количестве. Учитывая величину белково-водного коэффициента и жирность рыбы, все сырье классифицируют на группы, которые рекомендуется использовать для производства тех или иных видов продукции.

Использование рыбного сырья

Низкобелковые маложирные	Кормовая мука
Жирные и особо жирные	Копчение, вяление, замораживание
Белковые маложирные	Замораживание
Среднежирные и жирные	Замораживание, копчение, вяление
Особожирные	Посол, копчение, вяление
Высокобелковые маложирные и среднежирные	Производство консервов, замораживание, копчение, вяление
Жирные	Производство консервов, замораживание, посол

Способность рыбы созреть при посоле может быть определена, как минимум, по четырем показателям одновременно: глубине гидролиза белков, аминокислотному коэффициенту, приросту количества мелких пептидов и приросту аминокислот, устанавливаемым экспериментальным путем. Для этого необходимо иметь филе исследуемой рыбы в стадии окоченения, которое подвергают термостатированию при двух значениях pH (3,3–3,6 и 6–7), температуре 37 °C в течение 18 ч. Глубина гидролиза белков (ГГБ) представляет собой отношение количества небелкового азота, образовавшегося за период термостатирования мышечной ткани (pH 6–7), к количеству белкового азота, содержавшегося в ткани до термостатирования.

Аминокислотный коэффициент K вычисляют по формуле

$$K = \frac{N'_{ам} N''_{нб}}{N''_{ам} N'_{нб}},$$

где $N'_{ам}$ и $N''_{ам}$ – количество азота концевых аминных групп, образовавшихся при термостатировании в разных условиях: $N'_{ам}$ – при pH 6–7 (как у тканевого сока), $N''_{ам}$ – при pH 3,3–3,6; $N'_{нб}$ и $N''_{нб}$ – количество небелкового азота, образовавшегося при условиях термостатирования, указанных выше соответственно для $N'_{ам}$ и $N''_{ам}$.

Происходящий при термостатировании мышечной ткани (рН 6–7) рост количества пептидов и аминокислот (РОП) определяют как разницу в оптической плотности экстрактов мышечной ткани (после осаждения и очистки от белков методом гель-хроматографии на сефадексе G-25 при длине волны 280 нм) до и после ее термостатирования. Объективные показатели способности свежего сырья к созреванию в соленом виде имеют существенные различия у разных видов рыб (табл. 2).

2. Показатели способности рыбного сырья к созреванию в соленом виде

Вид рыбы	ГГБ	K	РОП	
			для мелких пептидов	для аминокислот
Ледяная	2,6	1,2	0,02	0,04
Иваси	2,6	2,8	0,07	0,29
Сельдь тихоокеанская	2,2	1,5	0,05	0,17
преднерестовая				
Терпуг	2,4	1,5	0	0,05
Минтай	1,7	0,8	0	0,01
Серебрянка	5,9	1,9	0,20	0,32
Трематома	4,7	1,6	0,08	0,25
Камбала	1,3	1,1	0,05	0,05

П р и м е ч а н и е. Созревающими будут рыбы, удовлетворяющие всем четырем параметрам.

Условиями созревания разделанных и неразделанных рыб являются: глубина гидролиза белков (ГГБ) — не менее 2, K — не менее 1,5; рост количества пептидов и аминокислот (РОП) для аминокислот не менее 0,15 нм, для мелких пептидов — не менее 0,07 нм.

Из табл. 2 видно, что терпуг имеет два параметра, соответствующих требованиям (ГГБ и K), а два ниже указанных, что не позволяет отнести его к созревающим рыбам.

Рыбного сырья, из которого можно приготовить различные виды продукции, в общих уловах очень мало. К нему относятся лишь осетровые и лососевые.

Чаще отдельные виды рыб обладают свойствами, позволяющими получать из них один или несколько видов продукции высокого качества. Например, благодаря наличию большого количества жира, высокой активности пептидгидролаз внутренностей и значительной гидролизуемости мышечных белков сельдевые являются классическим сырьем для посола.

Наиболее высокой ценностью "столовой" рыбы обладает, например, треска, отличающаяся низким содержанием жира, средним для большинства видов рыб содержанием белка и воды, светлой окраской мяса, хорошими вкусовыми качествами.

Полностью соответствует технологическим свойствам сайры производство консервов из бланшированной рыбы в масле. Эта рыба в консервах сохраняет плотную, но нежную и сочную консистенцию мяса, целую, но нежесткую кожу, имеет хорошо разваренную мягкую позвоночную кость, оригинальный, свойственный ей, кисловатый вкус, а также долго сохраняет качество при хранении и транспортировании продукции.

Трудности в выборе направлений использования сырья встречаются при решении вопроса о большой группе рыбного сырья, отнесенного к так называемым рыбам пониженной товарной ценности, когда практически любые виды традиционных пищевых продуктов, произведенные по сложившимся технологиям, не имеют достаточно высокого качества или экономически нецелесообразны.

Для этой группы рыб в основном характерны малые размеры и выход съедобной части, наличие межмышечных и подплавниковых костей, высокое содержание воды, незначительное количество белка, в том числе и коллагена, наличие неомыляемых веществ в липидной фракции, низкая или чрезвычайно высокая активность ферментативной системы, высокое содержание гексозаминов, незначительная водоудерживающая способность, плохо разваривающиеся позвоночные кости, сильно уплотняющаяся после термической обработки кожа. Запах продукции из этих рыб оценивают как неприятный или непривычный. Многие объекты промысла пониженной товарной ценности имеют сложную конфигурацию тела, особенности структуры мышечной ткани, а также непривлекательный для покупателя внешний вид.

Иногда совокупность отрицательных свойств так значительна, что единственно целесообразным способом обработки остается производство рыбного фарша, гидролизатов и изолятов, рыбных белковых концентратов или кормовой продукции. При производстве фарша с помощью различных технологических приемов устраняются отрицательные технологические особенности многих видов сырья. Так, продукты распада белковых веществ, образующиеся в процессе хранения рыбы, частично удаляются при промывке измельченного мяса водой. Окисление липидов, оставшихся в готовом фарше, замедляется путем внесения антиокислителей и синергистов. Механизируется разделка рыбы, так как происходит измельчение тканей.

В то же время рыбный фарш может быть получен далеко не из всех видов рыб, так как он должен обладать определенными свойствами: высокой водоудерживающей способностью и липкостью, хорошей формуемостью, белым цветом, отсутствием специфического рыбного запаха.

Рыбный белковый концентрат должен обладать высокой растворимостью в воде, эмульгирующей и пенообразующей способностью, способностью легко образовывать желе, хорошо окрашиваться и удерживать аромат добавок. Эти свойства больше зависят от принятой тех-

нологии, чем от свойств сырья, что является весьма существенным при выборе направления использования рыб пониженной товарной ценности. Таким образом, необходимо развитие традиционных технологий и разработка принципиально новых технологических способов обработки сырья.

Однако наиболее перспективна разработка комплексного использования каждого вида рыбы с замкнутым технологическим циклом, обеспечивающим рациональное и полное использование сырья при производстве основной (пищевой) и побочной (непищевой) продукции, т. е. безотходная технология.

Принципы и методы решения проблемы комплексного использования сырья до настоящего времени полностью не разработаны. В то же время известны основные пути максимального использования рыбного сырья для производства кормовой и технической продукции, биологически активных веществ, медицинских препаратов.

Большое значение имеют кормовые продукты, получаемые из рыбы: кормовая мука, фарши, силосы, гидролизаты.

Направление рыбы на производство кормовой продукции во многом зависит от содержания в ней азотистых веществ, а также их качественного состава.

У объектов, пригодных для производства пищевой продукции, уровень белкового азота достигает в среднем 88,5 % общего его количества, непившей продукции — 80,7 %. Разница свидетельствует о повышенной концентрации небелковых азотистых соединений в тканях видов рыб, используемых для производства кормовой продукции.

Особенности и своеобразие свойств тканей некоторых видов рыб используются в различных отраслях промышленности. Так, при безотходной технологии из акул можно вырабатывать кожу, которая в 6—10 раз прочнее коровьей. Широко используются в промышленности клейдающие ткани рыб: чешуя, шкуры и плавательные пузыри. Чешую и плавательные пузыри рыб, содержащие большое количество гуанина, применяют для производства добавок в лаки (жемчужный пат).

Разработан способ переработки внутренностей рыб для получения ферментных препаратов, используемых для ускорения созревания рыб при посоле, а также в качестве добавок к моющим средствам или заменителя сычужного фермента при производстве сыра.

Использование несъедобных отходов переработки рыбы для получения кормовой и технической продукции не всегда можно отнести к рациональному способу их утилизации, так как из отдельных органов и тканей рыб можно, например, получать ценные препараты для медицинских целей.

В настоящее время доказана необходимость использования биологических ресурсов Мирового океана для промышленного производства биологически активных веществ.

Биологически активными называют вещества, выполняющие ка-

кую-либо функцию в организме растений, животных, человека или в биосфере, а также те из них, которые используются для достижения определенных эффектов. Поэтому при строгом подходе к определению биологической активности все вещества являются таковыми, причем полностью инертных веществ нет. Различают более или менее важные для организма биологически активные вещества. Биологически активные вещества разделяют на эндогенные и экзогенные.

К эндогенным относятся химические элементы (кислород, натрий, калий и др.), низкомолекулярные регуляторы (глюкоза, адреналин, ацетилхолин и др.) и высокомолекулярные биополимеры (ДНК, РНК, белки). Эндогенные биологические вещества принимают участие в процессах обмена веществ и играют ярко выраженную физиологическую роль.

К экзогенным относятся биологически активные вещества, поступающие в организм с пищей или в виде лекарственных препаратов. В литературе часто встречается более широкое понятие биологически активных веществ, т. е. вместе с экзогенными — лекарственными веществами, стимуляторами и веществами, обладающими профилактическими действиями, а также некоторыми вредными веществами пищи, в частности ядами. Такое понятие биологически активных веществ принято и в нашей книге.

Изучение биологических ресурсов океана показало наличие сотен биологически активных веществ, содержащихся в морских объектах и имеющих первостепенное практическое значение.

Внутренние органы и ткани рыб могут служить источником получения нуклеотидов, стероидов, ферментов, липидов, ядов.

Слизь, которая обычно теряется со сточными водами, может быть источником ценных индивидуальных заменимых и незаменимых аминокислот, фосфатидов, холестерина. Чешую, кроме гуанина, можно использовать для получения специфического альбуминоида и проколлагена. Кожу можно применять не только для получения клея, но и более ценных веществ: альбуминоидов, гликозаминогликанов, проколлагена, каротиноидов, липидов, меланиновых пигментов, ядов, вырабатываемых слизистыми железами кожи. Головы морских рыб содержат много белков и липидов, богатых полиеновыми кислотами, которые могут служить источником получения простагландинов. Из органов кровообращения (сердца, селезенки) можно получать, кроме белков, аминокислоты, витамины, ферменты, фосфатиды и эпитаретин — активный стимулятор сердечной деятельности.

Рациональным станет использование и органов пищеварения рыб, когда из них, кроме витаминов, медицинского жира и кормовой муки, будут извлекать незаменимые аминокислоты, катепсин, пепсин, трипсин.

Из печени рыб необходимо получать жир- и водорастворимые витамины и использовать их как источник полиеновых жирных кислот, гепарина, сквалена.

Особый интерес представляют вещества с необычной химической структурой и фармакологическими свойствами, не имеющие аналогов среди природных соединений животных и растений. К ним относятся гетероциклические и ароматические соединения, пептиды, белки, стерины, гликозаминогликаны. К таким веществам относятся и яды рыб. В частности, тетродотоксин, имеющий широкое фармакологическое применение (лечение неврологических заболеваний, бронхиальной астмы, проказы нейрогенной формы; применение в качестве сильного обезболивающего средства), а также саурин, обнаруженный в биотоксине морских рыб (скомбриотоксине), и граммистины А, В и С. Саурин обладает миотропной активностью, вызывая спазм гладкой мускулатуры, а также нейротропным и аллергическим действием, граммистины оказывают дерматотропное и нейротропное действие.

Большой интерес представляют биологически активные вещества гликопротеиновой природы, обладающие свойством активаторов или ингибиторов внутриклеточных процессов и названные келонами.

Противоопухолевые келоны выделены из кожи трески и акулы. Структура многих биологически активных веществ рыб окончательно не установлена, однако хорошо известны их фармакологические и токсикологические свойства, обеспечивающие их широкое применение.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. Мясо рыбы по химическому составу не менее ценно, чем мясо теплокровных животных. Выскажите свое предположение относительно причин меньшей его популярности как продукта питания у населения большинства стран.

2. Как решить задачу использования нового объекта рыбного промысла? Какие для этого следует предпринять действия?

3. Дикие и искусственно выращенные рыбы различаются некоторыми технологическими свойствами. Назовите возможные причины возникновения этих различий.

Глава 2. ПРОМЫСЛОВЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ И РАСТЕНИЯ

Промысловые беспозвоночные включают промысловых ракообразных, моллюсков и иглокожих животных, добываемых и перерабатываемых на пищевые, кормовые, технические и медицинские продукты.

Растения представлены водорослями и травами.

§ 12. Ракообразные

Основными видами промысловых ракообразных являются криль, крабы, креветки, омары, лангусты, раки.

В общем мировом улове наиболее значительную часть составляют криль, креветки и крабы.

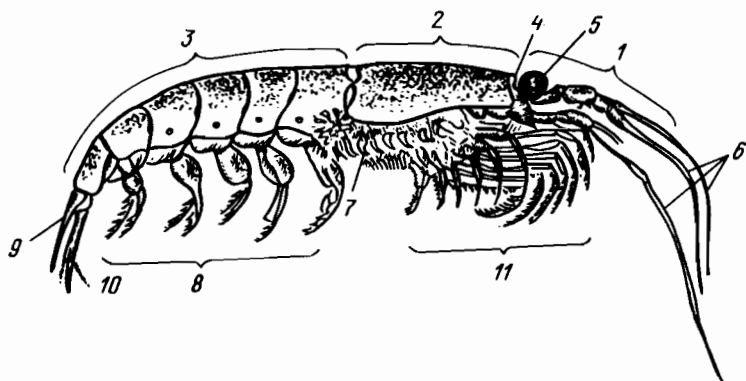


Рис. 5. Строение тела антарктического криля:

1 – голова; 2 – головогрудь; 3 – abdomen; 4 – рострум; 5 – глаз; 6 – антенны; 7 – жабры; 8 – плеоподы; 9 – тельсон; 10 – уроподы; 11 – торакоподы

Криль. Строение тела. Антарктический криль имеет удлиненное креветкообразное тело, слегка сжатое с боков (рис. 5). Длина тела, измеряемая от конца рострума до конца тельсона, достигает 60 мм.

Тело антарктического криля покрыто мягкой, полупрозрачной хитиновой кутикулой, минерализованной в незначительной степени. Окраска от бледно-розовой до кирпично-красной, причем особенно интенсивно окрашены ротовые части, основания конечностей и брюшные сегменты. Глаза темные, органы свечения на брюшных сегментах пурпурные.

Как и у всех высших раков, тело антарктического криля делится на три части: головную, грудную (головогрудь) и брюшную (abdomen), заканчивающуюся тельсоном.

Грудные конечности (торакоподы) составляют 8 пар, из них первые 6 пар хорошо развиты. Головогрудь покрыта хитиновым панцирем (карапаксом), сросленным со всеми грудными сегментами. В головной части панцирь переходит в рострум. У самок шестой грудной сегмент имеет хитиновую складку, называемую сперматеккой (теликумом).

Голова криля имеет примитивное строение. Она образована по типу первичной головы (протоцефалон). Челюстные сегменты несут по паре ротовых конечностей – жвалы (мандибулы) и челюсти (максиллы).

Через карапакс просвечивают внутренние органы: темный желудок, желтовато-зеленая печень, красная брюшная нервная цепочка.

Хорошо развитый abdomen состоит из шести сегментов. Первые 5 сегментов несут по паре плавательных конечностей (плеоподов). Шестой сегмент имеет пару хвостовых конечностей (уроподов). На нижней стороне первых четырех сегментов расположены органы свечения (фотофоры). Заканчивается брюшной отдел тельсоном, заостренным на конце, с парой ланцетовидных придатков.

Антарктический криль имеет характерное для ракообразных микроскопическое строение. Под подстилающей пленкой абдомена находится поперечнополосатая мускулатура, являющаяся съедобной частью криля. Мышцы в брюшной части криля располагаются в продольном, поперечном и косом направлениях, причем встречаются даже кольцеобразные мышцы. Мышцы разделены прослойками рыхлой соединительной ткани с ясно выраженными прямыми коллагеновыми волокнами.

Панцирь криля не имеет видимого клеточного строения, а подстилающая пленка имеет клеточное строение.

Физические свойства. Насыпная масса криля в значительной степени зависит от его размеров. Для криля длиной 50–56 мм она составляет 0,504 т/м³. Более мелкий криль имеет большую насыпную массу (от 0,590 до 0,610 т/м³).

Угол скольжения свежего криля зависит от материала, из которого сделана плоскость, и составляет (в градусах): для алюминиево-магниевого сплава – 29, для нержавеющей стали – 33, для органического стекла – 31, для металлической сетки – 38, для капроновой сетки – 40.

Для свежего криля плотность составляет от $1,03 \cdot 10^3$ до $1,04 \cdot 10^3$ кг/м³.

Удельная теплоемкость свежего криля составляет в среднем $3,726 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). Теплопроводность свежего криля – 0,744 Вт/(м·К).

Размерно-массовый состав. Антарктический криль в зависимости от длины его тела подразделяют на 4 вариационных ряда: I – 35 мм и менее; II – 36–41 мм; III – 42–47 мм; IV – 48 мм и более.

Длина особей одной стадии зрелости колеблется в довольно широких пределах. Например, длина самок в первой стадии развития колеблется от 38 до 47 мм, третьей стадии – от 34 до 56 мм.

Массовый состав криля в процессе его роста и развития изменяется в значительных пределах (табл. 3).

3. Изменение массового состава криля (%) в зависимости от длины его тела

Длина тела, мм	Масса 1 экз., г	Абдомен	Головогрудь	Мясо абдомена	Содержимое головогруды	Сырой панцирь
29,3	0,18	50,0	50,0	25,2	27,4	42,3
44,8	0,54	57,4	42,5	32,5	26,5	41,7
54,8	1,96	39,1	60,9	17,1	35,1	41,1
52,4	1,23	61,0	39,0	35,9	16,1	43,3

Химический состав. В состав тела криля входят различные вещества, среди которых преобладают белки, липиды, вода, минераль-

ные вещества и хитин. Из этих веществ в основном состоят органы и ткани криля. Кроме того, в состав криля входят вещества, являющиеся продуктами белкового и липидного обмена в организме, а также различные специфические вещества, регулирующие биохимические процессы, такие, как витамины, ферменты и гормоны.

В криле содержатся в незначительных количествах углеводы (гликоген), а также пигменты, от которых зависит окраска отдельных органов и тканей.

Химический состав целого криля, зависящий от его размеров, возраста, пола и других факторов, колеблется в широких пределах (в %): содержание воды 74–82, азотистых веществ 10,3–16,3, липидов 1,2–9,5, углеводов 0,3–0,9, минеральных веществ 2,3–4,0, хитина 0,7–1,5 %.

Содержание воды в неполовозрелом криле колеблется от 72 до 78 %, в половозрелом – от 74 до 82 %.

Для неполовозрелого криля с увеличением его размеров характерно некоторое уменьшение количества воды. С увеличением размеров половозрелого криля количество воды в нем также увеличивается.

Содержание общего азота в неполовозрелом криле составляет 2,0–2,5 %, в половозрелом – 2,1–2,6 %. С увеличением длины тела количество азота уменьшается, причем это характерно как для самцов, так и для самок половозрелого и неполовозрелого криля.

Содержание общего азота в антарктическом криле изменяется и в зависимости от района лова.

В мясе криля основная масса азотистых веществ представлена белками (80 %). На долю небелковых азотистых веществ, в основном полипептидов, приходится около 20 %.

В антарктическом криле содержится 41,2–47,3 % миофибриллярных и 26,6–32,7 % (общего содержания азотистых веществ) саркоплазматических белков.

Белки криля содержат незаменимые аминокислоты (% белка): изолейцин 6,2–6,5; лейцин 8,3–8,7; лизин 9,0–10,2; валин 4,7–5,4; треонин 4,2–4,7; метионин 3,3–3,5; триптофан 1,6–1,7; фенилаланин 5,7–6,5.

Лимитирующими аминокислотами криля являются серосодержащие (метионин+цистеин), скор которых составляет 47 %.

Мясо криля богато небелковыми азотистыми веществами, в нем содержится ТМАО 9–300, ТМА 0,2–2,0 мг на 100 г.

Величина pH мяса свежего криля 6,92–6,98.

Основными классами липидов криля являются триглицериды (50–60 %), фосфолипиды (15–30 %), стерины (6–10 %) и эфиры стерина (6–14 %).

Соотношение классов липидов криля в значительной степени зависит от общего содержания липидов в нем (табл. 4).

4. Классовый состав липидов криля в зависимости от их содержания (в %)

Класс липидов	3,7	5,2	9,9
Фосфолипиды	29,2	18,2	13,4
Моноглицериды	2,6	3,0	2,0
Триглицериды	32,2	40,8	59,8
Свободные жирные кислоты	15,0	13,6	2,6
Диглицериды	2,8	3,2	0,9
Стерины	8,6	8,4	6,8
Эфиры стерин	8,0	10,0	14,2

Липиды криля имеют невысокое значение кислотного числа.

В липидах головогруды содержится фосфолипидов 44 %, триглицеридов — 36 %; в абдомене соответственно — 52,0 и 29,1 % фосфолипидов и триглицеридов.

В зависимости от размеров, возраста, пола и периода лова содержание липидов в неполовозрелом криле изменяется от 0,6 до 11,0 %. При этом наблюдается увеличение массовой доли липидов с увеличением размеров криля. Содержание липидов в половозрелом криле составляет: для самцов — от 0,8 до 3,9 %, для самок — от 4,1 до 8,9 %.

Свободных жирных кислот, среди которых преобладают моноаминокислоты, в криле содержится мало — около 200 мг на 100 г.

Липиды криля, как и многих морских гидробионтов, имеют видовую специфичность — высокий уровень кислот с пятью и шестью двойными связями, которые, с одной стороны, определяют их высокую биологическую ценность, а с другой — повышенную склонность к окислению и гидролизу.

В липидах печени криля доминируют нейтральные липиды (91 %); на долю фосфолипидов приходится менее 9 %.

Спектр жирных кислот достаточно широк (от C_{12} до C_{22}), причем в основном это предельные жирные кислоты: миристиновая — $C_{14:0}$, пальмитиновая $C_{16:0}$, стеариновая $C_{18:0}$, моноеновая-олеиновая $C_{18:1}$ и полиненасыщенные жирные кислоты: $C_{20:5}$ — эйкозапентаеновая, $C_{22:5}$ — докозапентаеновая, $C_{22:6}$ — докозагексаеновая.

Сумма ненасыщенных жирных кислот составляет около 34 %. Содержание незаменимых, несинтезируемых в организме человека жирных кислот: линоленовой, линолевой и арахидоновой составляет от 4 до 8 %.

Во фракции фосфолипидов преобладающими жирными кислотами (76 % общего количества жирных кислот) являются кислоты 14:0; 16:0; 16:1; 18:1 и 20:5.

Содержание восков в липидах криля 13, в его мясе — 15 %. Содержание стерин и их эфиров колеблется от 6 до 16 %, причем в мясе их несколько больше, чем в целом криле.

Количество холестерина в липидах криля колеблется от 4,5 до 6,4 %.

Содержание углеводов в целом криле колеблется от 0,3 до 2,0 %. В абдомене свежего криля содержание углеводов составляет 0,4–1,4 %. Углеводы представлены в основном моносахарами, на долю которых в мясе криля приходится 96,5 % их общего количества.

Количественный состав моносахаров криля невелик и представлен тремя моносахарами: рамнозой, глюкозой и пентозой, содержание которых соответственно 76,5; 28,5 и 23,0 %.

Содержание сахаров в готовом продукте зависит от биологического состояния криля.

Содержание гликогена в абдомене свежего криля невелико и составляет 0,023 %.

Криль отличается высоким содержанием аминокислот. Количество гексозаминов в криле достигает 0,02–0,03 %.

В липидах криля обнаружены углеводы, которые образуют углеводно-липидные комплексы – гликолипиды. Липиды криля, выделенные из различных частей тела, содержат неодинаковое количество углеводов. В липидах мышечной ткани их содержание выше (0,79–0,80 %). В липидах, выделенных из целого криля, содержится 0,37 % углеводов, или в пересчете на гликолипиды 3,71–1,72 %.

Витамины содержатся в тканях криля в небольших количествах, однако играют важную роль регуляторов процесса обмена веществ в организме. В криле представлены водо- и жирорастворимые витамины: V_1 , V_2 , V_6 , V_{12} , А, D, фолиевая и пантотеновая кислоты, биотин. Витамин V_2 в антарктическом криле содержится 158, V_6 – 110, V_{12} – 16, пантотената кальция – 1500, ниацина – 7000, фолиевой кислоты – 66, биотина – 10 мкг на 100 г сырого вещества.

Содержание жирорастворимых витаминов в криле составляет (в мкг на 100 г сырого вещества): А – 281 и β -каротин – 20.

В большинстве морских беспозвоночных содержание фтора составляет 2–15 мг на 1 кг сухого вещества.

Количество фтора в гидробионтах зависит от его содержания в воде. Увеличение, например, содержания фтора в воде с 10 до 20 мг/л приводит к удвоению содержания его и в панцире ракообразных.

Особую ценность криль представляет как источник минеральных элементов. Содержание их наиболее стабильно: для неполовозрелого криля оно составляет в среднем 2,6 %, для половозрелых особей оно различно для самцов и самок и равно соответственно 2,9 и 2,5 %.

В антарктическом криле обнаружены важнейшие биогенные элементы. Наибольшее количество макро- и микроэлементов приходится на долю кальция и магния (табл. 5).

В криле обнаружены также кремний, фосфор, титан, ванадий, серебро и другие элементы. Массовая доля этих элементов в криле во много раз превышает их содержание в овощах, злаковых растениях.

5. Содержание микроэлементов в криле, мкг/кг сырого вещества

Объект	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Al	Pb	Mn
Целый криль	2130,0	1530,0	16,1	9,8	3,8	13,4	17,7	7,2
Мясо криля	1630,0	585,0	3,0	2,9	2,3	9,1	18,0	6,6

В криле присутствуют в значительных количествах (1330–2400 мкг на 1 кг сухого вещества) производные фтора. Наибольшее содержание фтора отмечено в панцире криля (до 4260 мкг на 100 г сухого вещества).

После засыпания криля фтор мигрирует из панциря в мясо. Значение содержания фтора в криле важно как микроэлемента, который играет роль стимулятора остеогенеза, усиливающего устойчивость организма к действию ионизирующей радиации и химических канцерогенов, предупреждающего развитие остеопороза и благотворно влияющего на генеративную функцию. В то же время избыточное поступление фтора в организм человека вызывает интоксикацию.

Концентрация тяжелых металлов в криле не превышает допустимых пределов, что положительно отличает этот объект промысла от других гидробионтов, обитающих в районах повышенного антропогенного воздействия.

Хитин — природный полисахарид, являющийся основой опорной системы ракообразных, в том числе и криля. Содержание хитина в криле зависит в основном от времени лова и пола и составляет в среднем от 1,5 до 2,0 % его массы.

Хитин — гомополиаминосахарид с неразветвленной цепью β -1-4, соединенных 2-ацетидамо-2-дезоксид-глюкозных остатков, занимающий особое место среди природных полимеров. Молекулы хитина имеют высокоупорядоченную структуру. В природе хитин встречается в связи с белком в соотношениях от 1:1 до 20:1. Кроме белка, в хитине содержатся минеральные соли, пигменты, липиды.

Панцири ракообразных составляют 26–65 % массы животных и могут служить сырьем для получения хитина, вещества универсального применения (медицина, пищевая промышленность, парфюмерия, производство бумаги, химических препаратов и др.).

Ферментативная система криля. В тканях криля содержатся ферменты: протеолитические, липолитические и хитинолитические.

Наибольшей активностью обладает комплекс протеолитических ферментов. В зависимости от времени вылова, температуры окружающей среды активность комплекса протеолитических ферментов различна.

Различия в активности протеолитических ферментов в зависимости от времени лова объясняются колебаниями в интенсивности питания криля.

Комплекс липолитических ферментов достигает максимальной активности при 45 °С и инактивируется при 70 °С. Активность липолитического комплекса ферментов слабopитающегося криля равна 45, активнопитающегося — 33, непитающегося — 7 ед/мл.

В состав криля входят высокоактивные хитиназа, карбоксиметилцеллюлаза, амилаза и относительно низкоактивные ферменты агаразы, каррагиназа, пектиназа.

Особый интерес представляют хитинолитические ферменты криля, такие, как хитиназы и целлюлазы, катализирующие гидролитическое расщепление 0-гликозидной связи, которая присутствует в таком полимере, как хитин.

Активность комплекса хитинолитических ферментов в значительной степени зависит от продолжительности хранения сырья, размеров криля, а также периода его лова. Установлено, что с увеличением продолжительности хранения криля активность целлюлаз возрастает, а хитиназ — снижается.

При высоком уровне активности комплекса протеолитических ферментов активность хитиназ уменьшается.

В начале промыслового сезона активность комплекса хитинолитических ферментов выше, чем в конце его. В конце периода лова активность хитиназ максимальна для криля средних размеров. Целлюлазы более активны в крупном криле.

По органолептическим свойствам криль близок креветкам. Мясо его обладает выраженным сладковатым вкусом.

В формировании приятного аромата свежeverловленного криля принимают участие многочисленные соединения: триметиламин, диметиламин, метилдиэтиламин, диэтиламин, диаллиламин, пропил-н-бутиламин, н-амилтретбутиламин, пиридин, изобутил-н-гептиламин, три-н-бутиламин, метил-ди-н-амиламин, этилфтор-нониламин, изопропил-н-октиламин, триметилпиразин и 4-этилпиридин.

Оптимальная концентрация указанных веществ выше, чем других, содержащихся в летучей фазе компонентов запаха.

Значительное содержание вторичных алифатических аминов и гетероциклических азотистых оснований в ароматобразующих соединениях обусловлено высокой протеолитической активностью ферментов этого рачка.

В ароматических веществах мяса вареного криля обнаружено большое количество серосодержащих компонентов: тиальдинов и тритиоланов и незначительное количество пиразинов.

Цвет мяса вареного криля на разломе белый, на поверхности — белый с розоватым оттенком. Почти как и для всех классов морских беспозвоночных, для ракообразных, в том числе и для криля, характерна и важна окраска, обусловленная каротиноидами. Типичными каротиноидами для беспозвоночных являются кетосоединения, такие, как кантаксантин и астаксантин.

У ракообразных преобладающий каротиноид присутствует в виде стехиометрического комплекса с липопротеинами или гликопротеинами (каротинопротеина), которые содержатся в эпидермисе и панцире беспозвоночных животных.

Каротинопротеины прочно связываются со структурным материалом наружных покровов тела (хитином или карбонатом кальция).

Образование каротинопротеинового комплекса приводит к значительному батохромному сдвигу в спектре поглощения, и поэтому эти комплексы имеют пурпурный, голубой или зеленый цвет в отличие от желтой или оранжевой окраски свободных каротиноидов.

Свободный каротиноид легко высвобождается из каротинопротеинов при денатурации белка нагреванием или органическими растворителями. Окрашенные им ткани приобретают красные и оранжевые тона. Компонентами окраски ракообразных являются также птерины — N-гетероциклические пигменты.

Индивидуальные соединения птеринов различаются главным образом природой заместителей и степенью окисления атомов азота.

В состав каротиноидов криля входят атаксантин 15—25, атаксантиновый эфир двухосновной кислоты 40—50, атаксантиновый эфир 30—40, неидентифицированные пигменты, имеющие красную и фиолетовую окраску, 5—15 % общего их количества.

Особенности технологических свойств криля. Переработка криля-сырца в пищевой продукт сложна и трудоемка в связи с его исключительно малыми размерами, невысоким выходом мяса, механической неустойчивостью, а также сложностью механизации разделки.

Промысел криля ведется не только в период его голодания, но и активного питания фитопланктоном. Остатки фитопланктона в пищевых продуктах из криля вызывают изменение его окраски (от зеленой до синей за счет хлорофилла), что ухудшает товарный вид продукта. Необходима специальная обработка криля с целью удаления из него хлорофилла.

Необходимо также полное удаление из массы криля морской воды, которая удерживается крилем, имеющим большую удельную поверхность.

Осложняет переработку криля высокая протеолитическая активность тканей внутренних органов и большая скорость протекания постмортальных изменений при хранении.

Криль, поднятый на палубу, следует как можно быстрее обработать, чтобы предотвратить автолиз.

Затрудняет переработку криля и прилов (медузы, рыбы, ракообразные), который необходимо отсортировывать.

Комплексный подход к использованию сырья. Технологические схемы производства продукции из антарктического криля предусматривают полную переработку его.

Наиболее простым примером комплексного использования криля является технологическая схема производства кормовой муки прессово-сушильным методом с использованием подпрессовых бульонов. При этом отходы не образуются, а все сырье перерабатывается на один вид продукции. Однако такой способ использования криля, хотя и является комплексным, нельзя отнести к рациональным по двум причинам. Во-первых, хитин, содержащийся в панцире криля, не усваивается теплокровными животными и является балластом в кормовой муке, а во-вторых, при таком способе переработки этот ценный природный полимер, обладающий оригинальными полезными свойствами, теряется безвозвратно.

При выборе направлений переработки криля следует учитывать, что главная задача состоит в максимальном извлечении съедобной части, т. е. мышечной ткани криля, и получении пищевых продуктов.

В связи с различным химическим составом и свойствами отдельных частей тела криля схемы комплексного его использования должны включать производство пищевой, кормовой и технической продукции.

В обобщенном виде комплексная схема переработки криля представлена на рис. 6.

Химический состав криля показывает, что он может служить сырьем для получения биологически активных веществ: высокоактивных ферментов, антиокислителей, простагландинов, ДНК, глюкозамина.

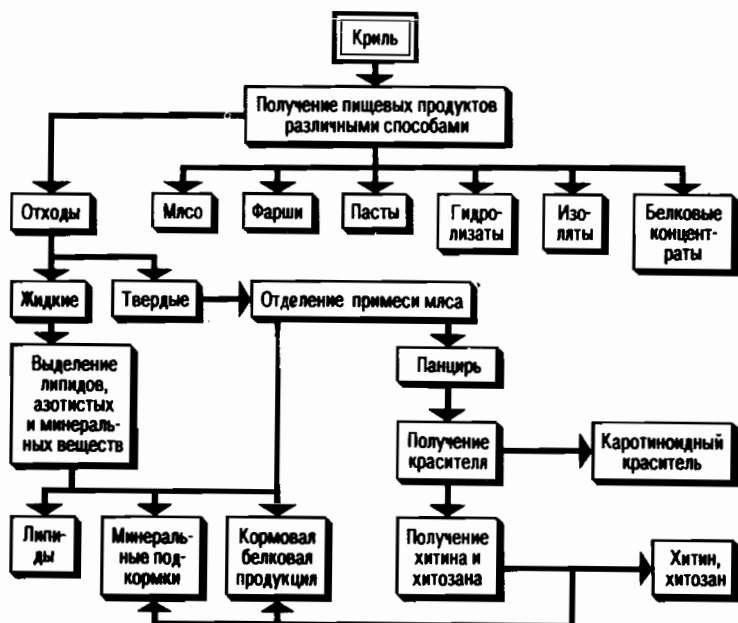


Рис. 6. Схема комплексной переработки антарктического криля

Креветки. Для креветок характерно сходное с крилем строение тела. По размерно-массовому составу и содержанию мяса они существенно различаются в зависимости от промыслового вида.

Длина тела креветок колеблется от 6 до 20 см, масса одного экземпляра — от 5 до 50 г, содержание мяса от 30 до 40 % массы тела.

В промысловых концентрациях креветки одного вида имеют также различную размерно-массовую характеристику. С увеличением промысловых размеров (длина тела от глазной впадины до конца тельсона) увеличивается масса тела и масса неразделанного абдомена, а относительная доля мяса несколько уменьшается за счет массы икры, расположенной под абдоменом.

По химическому составу мясо отдельных видов креветок сходно и содержит воды 71,5–79,6, азотистых веществ 16–22, липидов 0,7–2,3, минеральных веществ до 2,0 %.

Белки мяса креветки полноценные и по сравнению с белками мяса рыб содержат больше тирозина, триптофана и цистина, но меньше лизина и гистидина.

Лимитирующими биологическую ценность мяса креветок являются аминокислоты валин и изолейцин, скор которых равен соответственно 88 и 95 %.

Азотистые экстрактивные вещества мяса креветок составляют 22–25 % общего азота и представлены в основном свободными аминокислотами и полипептидами.

В мясе креветки содержится от 1,0 до 120 мг/100 г индола.

В составе липидов мяса креветок идентифицировано более 40 жирных кислот, среди которых насыщенные составляют до 25 %, ненасыщенные жирные кислоты с числом двойных связей от 1 до 6—73 %.

Мясо креветок содержит различные минеральные вещества и витамины группы В.

В мясе креветок обнаружен катепсин D, в то время как характерные для млекопитающих катепсины А, В и С отсутствуют.

Панцири креветок содержат воду (65 %), липиды (3–4 %), минеральные вещества (22 %), общий азот (6,7 %) и хитин (5 %).

Вкус мяса креветок оценивают как сладковатый, креветочный, солоноватый, жареных орехов. Усиление сладкого вкуса креветок связывают с повышением содержания в них глицина, креветочного — глутаминовой кислоты, солоноватого — поваренной соли.

В мясе ракообразных и моллюсков содержится значительное количество веществ, способствующих интенсификации их вкуса: аденозинмонофосфата, уридинмонофосфата, аденозиндифосфата, аденозинтрифосфата. Инозинмонофосфат присутствует в следовых количествах.

Натуральный вкус креветки удается воспроизвести путем приготовления синтетического экстракта из химически чистых веществ: аргинина, аланина, пролина, инозинмонофосфата, аденозинмонофосфата,

гипоксантина, триметиламинооксида, пропионовой и уксусной кислот, обнаруженных в мясе. Однако запах в этом случае не имитируется.

Отмечена меньшая интенсивность вкуса у искусственно выращенных креветок. Улучшению вкуса способствует выдерживание креветок перед обработкой в воде с более высокой соленостью по сравнению с той, в которой их выращивали.

Омары. Омары являются представителями крупных морских раков. В среднем длина тела омара достигает 50 см, максимальная — более 1 м, масса колеблется от 0,5 до 8 кг.

Съедобным является мясо, расположенное в абдомене и клешнях. Выход его составляет до 44 % общей массы животного.

Химический состав мяса омаров, как и других ракообразных, колеблется в зависимости от вида, возраста и линочной стадии животных. В мясе омаров содержится: воды 71–75, белка 20–21, липидов 0,3–2,5, углеводов около 2 %.

Белки мяса омаров полноценны. Они составляют 65 % общего азота. Незаменимые аминокислоты в белке мяса омаров составляют более 40 % и отличаются повышенным содержанием аргинина, лизина, тирозина. Биологическую ценность белков мяса омаров определяют валин и триптофан.

Для экстрактивных веществ мяса омаров характерно низкое содержание мочевины и производных гуанидина.

В липидах мяса омара содержится до 1 % холестерина и токоферола, до 1200 мкг/г жира.

Пигмент панциря омара каротианин представляет собой каротинопротеин сложной субъединичной структуры, окрашивающий панцирь в серо-голубой цвет. Во время варки каротианин денатурирует. При этом выделяется свободный каротиноид астаксантин и продукт его аутоокисления (астацин), придающие красный цвет вареному панцирю омара.

Из минеральных веществ в мясе омара содержится: кальция 62, магния 35, фосфора 30 мг на 100 г.

Близкими омарам по составу и свойствам являются лангусты, которые в отличие от омаров не имеют хватательных клешней. Длина лангуста достигает 40–50 см, масса — 4–8 кг. Съедобным у лангустов является мясо, расположенное в абдомене.

Крабы. Тело крабов покрыто прочным панцирем, внутри которого расположены жабры, сердце, печень, желудочно-кишечный тракт, железы внутренней секреции, гонады.

На головогрудь краба находятся глаза, органы осязания, ротовой аппарат и конечности: две клешненосные, три пары ходильных и две короткие ноги.

Съедобная часть — мясо краба — расположена в конечностях и абдомене. Выход мяса зависит от вида крабов (табл. 6), а также от размеров и линочного состояния животного.

**6. Выход съедобной части у различных видов краба,
% массы тела**

Вид краба	Масса краба, кг	Конечности	Сырое мясо
Камчатский	1,7–4,0	67–70	38–41
Равнощипый	0,8–3,0	60–73	26–40
Синий	0,8–2,9	53–67	19–41
Стригун	0,2–1,2	51–52	13–27

Сырое мясо крабов содержит до 80 % влаги, 13–27 % белков, 0,3–0,8 липидов, 1,5–2,0 % минеральных веществ и до 0,5 % гликогена.

Для белков мяса крабов характерен полный набор незаменимых аминокислот, причем в первую очередь лизина, триптофана и лейцина.

Сумма незаменимых аминокислот в белках мяса крабов больше, чем в эталонном белке.

pH свежего мяса крабов 6,5–7,0.

Липиды, выделенные из мяса камчатского краба, содержат до 19 % неомыляемых веществ, в основном состоящих из двух стеролов: холестерина и десмостера.

Из углеводов в мясе крабов содержатся, кроме гликогена, продукты его распада, моносахара и аminosахара.

Аminosахара крабового мяса представлены глюкозамином (70 %) и галактозамином (30 %).

Содержание гексозаминов в различных суставах ходильных ног и клешни крабов неодинаково.

На содержание гексозаминов в мясе вид краба существенного влияния не оказывает.

В мясе крабов присутствуют витамины группы В, а также значительное количество минеральных веществ.

Количество кальция в мясе крабов составляет от 17 до 320 мг на 100 г. По количеству биологически активного магния, фосфора и серы мясо крабов выгодно отличается от других продуктов растительного и животного происхождения.

Особенность минерального состава мяса крабов – высокое содержание меди.

Мясо краба в вареном виде обладает высокими органолептическими свойствами. Компоненты запаха и вкуса сырого и вареного мяса изучены хорошо. Получены синтетические композиции и экстракты, в известной степени воспроизводящие вкус и запах этих продуктов.

Основным компонентом неприятного запаха крабов при их неправильном хранении считают диметилсульфид, образующийся при распаде диметил-β-пропиотетина и накапливающийся главным образом во внутренностях этих животных.

В то же время к образованию неприятного запаха крабов не имеют отношения такие ароматические компоненты мяса крабов, как летучие жирные кислоты, амины, спирты, углеводороды, карбонильные соединения.

На технологические свойства крабов заметно влияет период смены панциря — линька, во время которого хитин панциря и подпанцирная пленка подвергаются сначала значительному ресинтезу, а затем восстановлению.

Скорости протекания синтеза и деградации хитина исключительно велики, чему способствуют специфические ферменты.

Гидролиз хитина происходит при участии хитинолитических ферментов, состоящих из двух последовательно действующих гидролаз — хитиназы и хитобиазы. Под действием хитиназы из хитина образуются хитобиаза, хитотриаза и другие олигосахариды. В результате последующего действия хитобиазы полученные промежуточные дисахариды и трисахариды расщепляются до N-ацетилглюкозамина.

Активность хитинолитических ферментов зависит от физиологического состояния животных. В крабах хитиназа синтезируется постоянно, а синтез хитобиазы усиливается перед линькой и немедленно уменьшается после ее окончания.

Хитиназы относятся к термоустойчивым ферментам, способным выдерживать длительное воздействие как высоких положительных, так и низких отрицательных температур.

Биосинтез хитина происходит при участии хитинсинтетаз, активность которых максимальна в ранний послелиночный период. В межлиночный период синтез хитина практически не происходит.

Ферментативные превращения хитина характеризуют ткани ракообразных как материал с исключительно непостоянным содержанием гексозаминов.

Количество гексозаминов резко увеличивается перед линькой крабов. В этот же период увеличивается количество гликогена в подкожном слое. Подобные изменения происходят и в тканях омара.

В мясе крабов, находящихся в четвертой и первой стадиях линьки, содержание гексозаминов выше в 1,6 раза, чем в мясе крабов второй и третьей стадий линьки.

Имеются доказательства участия гексозаминов в реакции неферментативного покоричневения при тепловой обработке мяса крабов и другого сырья морского происхождения.

§ 13. Головоногие моллюски

Кальмары. Строение тела. Тело кальмара состоит из головы, щупалец и туловища. Туловище представляет собой мантийный мешок, внутри которого расположены органы пищеварения, гонады, жабры, железа, вырабатывающая своеобразное красящее вещество — сепию, и

сама сепия в специальной сумке. На хвостовой части мантии расположены плавники.

Мантия кальмара толстая и мускулистая, особенно на брюшной стороне. Относительная толщина стенки мантии составляет 4–5 % длины мантии.

Мантия кальмара состоит из покровных тканей и мускулатуры, отличающихся сложным строением. Кожа гладкая, пигментированная. Толщина кожи в зависимости от вида животного достигает 2–17 мм.

Наружный покров кожи состоит из тонкого однослойного цилиндрического эпителия, сверху покрытого тонким слоем прозрачной слизи. Под эпителием находится собственно кожа.

Кожа кальмаров представлена четырьмя слоями. Два верхних слоя, между которыми расположены пигментные зерна, не имеют ориентированного направления волокон. Структура третьего слоя кожи напоминает мышечную ткань с большим количеством ядер. Для четвертого слоя характерна плотная волокнистая структура.

Между кожей и мускулатурой расположена пленка, соединяющая их.

Мускулатура, составляющая 98 % толщины всей мантии, образована тремя типами мышечных волокон, переплетенных соединительной тканью.

Внешний слой мускулатуры, расположенный непосредственно под кожей, представлен тонким слоем продольных мышц. Далее следует мускулатура, состоящая из чередующихся полос кольцевых мышц, которые разделены радиальными мышечными волокнами. Наиболее развиты у кальмара кольцевые мышцы.

Внутренняя поверхность мантии покрыта тонкой оболочкой соединительной ткани.

Все типы мышечных волокон связаны в единое целое как между собой, так и с внешней и внутренней оболочками волокон соединительной ткани, расположенными в виде трехмерной решетки. Мышечные волокна кальмара, достигающие в среднем 3,6 мкм в диаметре, являются приблизительно прямоугольными по форме и состоят из прямоугольных косоисчерченных миофибрилл, расположенных почти радиально вокруг центрального цитоплазматического ядра. Миофибриллы закручиваются в левую спираль, лежащую под углом 16–17° к основной оси волокон.

Структура тканей щупалец кальмара еще более сложная по сравнению с мантией и определяет большую прочность их.

У кальмаров не наблюдается видовых различий в структуре мышечной ткани.

В состав тела кальмаров входит соединительная хрящевая ткань, которая окружает мозг, соединяет мантию с одной стороны с головой, а с другой — с воронкой. Хрящи имеются и у основания плавников.

По гистологическому строению хрящ головоногих моллюсков близок к хрящу позвоночных животных.

В толще тканей мантии на спинной стороне имеется внутренняя раковина — гладиус (в переводе с латинского "меч"). Гладиус имеет перовидную форму и состоит из ствола, пера и иногда конечного конуса.

Форма и размеры тела, плавников, толщина мантийного мешка, форма гладиуса являются видовыми признаками кальмаров.

В строении гладиуса выражены, как правило, и половые признаки — у самок он относительно шире, чем у самцов.

Размерно-массовый состав. Кальмары в зависимости от вида значительно различаются по длине, массе и соотношению отдельных органов и тканей тела.

Общая длина (с вытянутыми щупальцами), см	13–150
Длина мантийного мешка, см	10–40
Толщина мантийного мешка, мм	2–17
Масса тела, г	160–6200
В % массы тела	
мантийный мешок без кожи	45–55
кожа мантийного мешка	2,8–6,7
голова с щупальцами	16,5–28,8
внутренности	17,2–28,6
В том числе	
железа с сепией	4–11
печень	2–14,5
глаза и челюсти (клюв)	1,9–3,5
гладиус (хитиновая пластина)	0,2–0,5

К съедобным тканям тела кальмаров относятся мантийный мешок с плавниками и голова со щупальцами.

По размерно-массовой характеристике кальмаров, добываемых отечественным промысловым флотом, классифицируют на группы. Количество размерных групп может быть разным (3–7) в зависимости от вида кальмара, способа обработки, а также рынка сбыта.

Наименее дифференцированная классификация кальмара по массе и размеру предусматривает три группы.

К первой группе относятся кальмары лолиго, тихоокеанский, командорский. Для них характерна небольшая масса тела (160–265 г), тонкие стенки мантийного мешка (толщиной 2–6 мм), значительная масса кожи (3,1–6,7 % массы тела), крупная печень (5,5–14,5 % массы тела), значительный выход съедобной части (62,5–78,8 % массы тела).

Ко второй группе относятся кальмары бартрама, банкси и гавайский. Для них характерны крупные размеры (40–60 см), значительная масса (до 1 кг), тонкий кожный покров, толстые стенки мантийного мешка, небольшая печень, а также высокий выход съедобных частей (72–79 % массы тела).

Третья группа объединяет крупных океанических кальмаров с длиной тела более 0,5 м и массой более 4 кг, у них очень толстые стенки

мантийного мешка, значительная часть кожного покрова, небольшая печень. Для них характерен низкий выход съедобных частей.

Химический состав. В мясе большинства кальмаров содержится 16–20 % азотистых веществ, 76–79 % воды, 1–2 % липидов, 0,5–1,5 % гликогена (табл. 7).

7. Химический состав съедобной части кальмаров, % массы

Группа молекулярных компонентов	Мантийный мешок	Щупальца
Вода	75,6–84,0	76,0–81,8
Белковые вещества	13,2–22,0	15,6–19,9
Липиды	0,5–2,2	0,7–1,1
Гликоген	0,7–1,5	0,8–1,5
Минеральные вещества	0,7–1,3	0,8–1,4

Азотистые вещества представлены белками (65–70 %).

На состав кальмаров влияет сезон их добычи. Например, в мантии кальмара иллекс содержится воды летом 78–79 %, осенью 75–76 %, белков соответственно 16–18 и 19–20 %. У тихоокеанского кальмара, добытого весной, содержание воды составляет 82–84 %, белков 13–14 %; у добытого осенью соответственно 75–77 и 17–22 %.

Саркоплазматические белки мантии кальмаров составляют около 55, миофибриллярные – 35 и белки стромы – 2–4 %.

В состав белков саркоплазмы кальмаров в преобладающем количестве входят глобулин X, миоальбумины и миогены. Миоальбумины содержат фракцию термостойчивых белков, не денатурирующих при температуре 100 °С.

Миофибриллярные белки кальмаров содержат в основном актин и в незначительном количестве миозин и актомиозин.

Низкое содержание актомиозина определяет одну из технологических особенностей мяса кальмара – фарш из него не способен образовывать эластичный гель.

Изоэлектрическая точка белков мяса кальмаров находится в пределах 6,1–7,0.

Для аминокислотного состава белков кальмаров по сравнению с другими беспозвоночными характерно высокое содержание следующих незаменимых аминокислот – лизина, изолейцина, валина.

Различные виды кальмаров имеют неодинаковый спектр аминокислот: мясо кальмара бартрама богато аргинином, лизином, оксикислотами; командорского – тирозином, фенилаланином; тихоокеанского – серосодержащими аминокислотами. В мясе кальмара содержится значительно больше коллагена, чем в рыбе.

Белки кальмара относятся к полноценным, хорошо усвояемым.

Из азотистых веществ кальмара на небелковый азот приходится

около 40 %. По сравнению с рыбным сырьем кальмар содержит в 2–3 раза больше небелкового азота.

Содержание небелкового азота в мясе кальмаров зависит от их физиологического состояния и вида. Мышечная ткань самцов в отличие от мышечной ткани самок содержит больше небелкового азота.

В общем количестве экстрактивного азота, содержащегося в мышцах кальмара, на долю свободных аминокислот приходится от 14 до 40 %, что оказывает большое влияние на вкусовые свойства мяса различных видов кальмаров.

Наиболее богаты свободными аминокислотами съедобные ткани кальмаров лолиго и иллекс (36–40 % экстрактивного азота). Незначительное количество их (до 19 %) характерно для тихоокеанского кальмара.

Содержание в мясе кальмаров отдельных свободных аминокислот и пептидов зависит от времени года. К зиме увеличивается содержание треонина, цистина, валина, лизина, метионина, тирозина и уменьшается — таурина, серина, пролина, глицина, аланина и аргинина. Постоянным в течение года остается содержание фенилаланина и гистидина.

В тканях кальмаров присутствуют дипептиды — бетаин и таурин.

Окись триметиламинооксида (ТМАО) в мясе кальмаров содержится в значительных количествах — от 36 до 1130 мг на 100 г.

В мантии кальмара содержится 4,0 Ммоль гистидина на 1 кг сырого вещества.

При высоком содержании гистидина в мясе кальмара возникает опасность образования гистамина в период хранения сырца в свежем виде.

Мясо кальмаров не содержит креатина и мочевины. Для мяса всех видов кальмаров характерно незначительное содержание липидов (0,37–2,61 %).

Качественный состав липидов зависит от вида кальмара. Например, съедобные ткани тихоокеанского кальмара содержат не более 10 % свободных жирных кислот, командорского и бартрама — 35–47 %.

Жирнокислотный состав липидов кальмаров значительно колеблется в зависимости от сезона, а также возраста кальмаров.

Липиды кальмаров содержат мало мононенасыщенных жирных кислот и большое количество полиненасыщенных.

В мантии кальмара содержание гликогена составляет 75, гексоз 62–75, гексозаминов до 60 мг на 100 г.

Для съедобных тканей кальмаров характерно большое разнообразие макро- и микроэлементов, количество которых меняется в зависимости от вида и возраста моллюска, а также места и сезона добычи его.

Мясо кальмаров по сравнению с рыбой богаче фосфором и магнием.

Водорастворимые витамины в мясе кальмаров представлены (мг на 100 г): В₁ — 45; В₂ — 46, С — 2–3; биотин — 0,7–5; пантотеновая кис-

лота 0,23—0,68; инозит — 5—18; ниацин — 0,7—4,3. Количество витаминов В₁₂ в мясе кальмаров колеблется от 85 до 240 мкг/кг сухого вещества.

Протеолитическая активность ферментов кальмара намного выше, чем у рыб, и в зависимости от вида достигает 0,4—1,3 мкмоль/(г·ч).

Активность липолитических ферментов в мантии независимо от вида низкая и составляет 0,2—0,4 усл.ед.

Состав несъедобных тканей кальмара различается с составом мяса.

Покровные ткани кальмаров содержат большое количество белков стромы — коллагена и эластина, причем их в 4 раза больше, чем в мышечных тканях.

Кожа кальмаров по физико-химическим и гигиеническим исследованиям может быть отнесена к съедобным частям, что повысит выход их на 3—10 %.

В печени кальмаров большое количество липидов, достигающее 15—56 % ее массы.

Содержание жира в печени кальмаров колеблется в зависимости от сезона: осенью максимально, летом незначительно. Накопление в кальмаре жира находится в прямо пропорциональной зависимости от его размера. Для липидов печени характерны низкие значения кислотного, йодного и альдегидного чисел, что свидетельствует об их устойчивости к окислению.

Печень кальмаров может быть использована как источник витаминов А, количество которого по сезонам колеблется от 2 до 4 тыс. и. е. на 1 г жира.

Липиды печени представлены триглицеридами (50 %) и фосфолипидами (20 %). В липидах печени некоторых видов кальмаров триглицериды составляют до 7 %, а диацилглицериновые эфиры — до 10 %. В других видах, например тихоокеанском кальмаре, наоборот, преобладают триглицериды.

Диацилглицериновые эфиры печени кальмаров характеризуются высоким содержанием жирной кислоты — 18:1 (47 %) и неомыляемой фракции жирной кислоты — 16:1.

Печень кальмаров, липиды которых содержат много диацилглицериновых эфиров, целесообразно использовать для получения этих соединений, широко применяемых в медицине, а также в парфюмерной промышленности.

Белки печени можно рассматривать как сырье для получения гидролизатов и других концентратов белка.

Печень благодаря высокой активности протеолитических ферментов широко используется в странах Востока для производства ферментированных продуктов.

В печени кальмара содержание гликогена выше, чем в мантии, и составляет 600—1500, гексоз — 300—1100 мг на 100 г.

Внутренности кальмара богаты аминокислотами, витаминами груп-

пы В, а также минеральными веществами, среди которых содержание меди, цинка и марганца выше, чем в рыбах и других моллюсках.

Икра некоторых видов кальмаров (командорского и тихоокеанского) белого с легким зеленоватым оттенком цвета, крупных размеров (диаметр 2,0—2,5 мм), с плотной оболочкой. В состав икры кальмаров входит 14 % белков и 15 % липидов. рН икры 3,1.

Соотношение жизненно важных элементов кальция и фосфора в икре кальмаров находится в пропорциях, благоприятных для обеспечения полного усвоения организмом человека солей фосфорной кислоты.

Хрящ кальмара построен из специфического белка, который содержит гексозамины и коллаген.

Гладиус кальмаров состоит из хитина, отличительной особенностью которого является незначительная минерализация и невысокое содержание белков. Хитин гладиуса кальмаров считают самым чистым хитином в природе.

Челюсти кальмара, называемые клювом, состоят из хитиноподобного вещества и содержат гексозамины.

Клювы кальмаров очень устойчивы к пищеварительным ферментам животных и медленно разрушаются бактериями после гибели кальмаров.

Присоски состоят в основном из кератина, однако в их состав входят коллаген и хитин.

В состав хрящей, присосок и клюва входят углеводы в количестве соответственно 0,362; 0,530; 17,7 % сухого вещества.

Многие головоногие моллюски, например осьминоги и кальмары, выделяют сепиомеланин, который выпускается животным в качестве защитного облака. Выделенный и выпускаемый сепиомеланин имеет темно-коричневый цвет, он химически устойчив и применяется в качестве красителя.

Кальмар обладает своеобразными органолептическими свойствами. Особенно это относится к внешнему виду неразделанного моллюска, запаху и консистенции мяса. Мясо кальмара имеет сладковатый вкус, интенсивность которого зависит от содержания глицина, аргинина, бетаина, таурина и др. Консистенция мяса определяется его сложной микроструктурой.

При тепловой обработке мяса кальмара наблюдается уплотнение мышечных волокон за счет увеличения их диаметра на 15 %, слияние миофибрилл, появление на поверхности гранул, представляющих, по видимому, денатурационный белок, исчезновение вследствие желатинизации соединительной ткани. Такие изменения приводят к образованию своеобразной плотной, иногда резиноподобной консистенции вареного мяса что является одной из технологических особенностей этого вида сырья.

Мясо кальмара после правильного обесшкуривания имеет чисто

белый цвет. Кровь кальмара содержит гемоцианин, определяющий ее голубой цвет.

Цвет мантии кальмара после вылова переменчив и зависит от его вида, условий промысла, окраски поверхности, на которой находится животное после добычи. Мантия разделанного сырого кальмара в зависимости от вида окрашена в светло-коричневый, светло-зеленоватый, иногда со светло-коричневыми пятнами, карминово-красный, белый с розовато-коричневыми пятнами, бело-розовый и другие цвета.

Пигментами кожицы кальмара являются ациллированные и метилированные производные феноксазина.

Пигментные клетки кальмара находятся между первым и вторым слоями кожи. Кожа кальмара со стороны спины темнее, чем со стороны брюшка.

Головоногие моллюски кальмар и осьминог используют механизм изменения окраски, отличный от механизма изменения окраски рыб и других животных.

Головоногие моллюски имеют структуры, представляющие собой мельчайшие органы, которые состоят из клеток пяти различных типов, включая центральный хроматофор. Сокращение радиальных мышечных волокон вызывает растяжение хроматофора до размеров, в 7 раз превышающих исходный диаметр, что сопровождается рассредоточением его пигментных гранул. Хроматофоры могут быть темно-коричневыми, красными и желтыми. Окраска кожи моллюска в определенный момент зависит от того, в какой степени расширены хроматофоры всех этих типов. Изменение окраски головоногих происходит очень быстро (продолжительность этого процесса менее 1 с) (рис. 7).

Пищевая ценность кальмаров высока в зависимости от вида кальмара. Различия в показателях пищевой ценности отдельных видов промысловых кальмаров Атлантического океана составляют 20–35 %.

Хорошая усвояемость белков мяса кальмара обусловлена высокой степенью их растворимости и наличием большого количества экстрактивных веществ, которые придают своеобразный желательный вкус и запах пище, что, в свою очередь, возбуждает аппетит и обеспечивает более полное переваривание продукта.

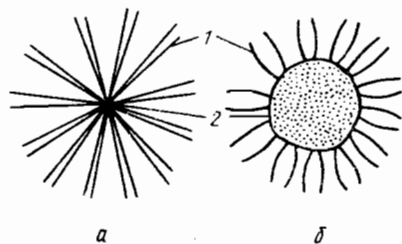


Рис. 7. Механизм физиологического изменения окраски у головоногих моллюсков:

a – светлая окраска кожи, хроматофор сжат; *б* – темная окраска кожи, хроматофор растянут; 1 – радиальные мышечные волокна; 2 – центральный хроматофор

Характеристика пищевой ценности, зависящая от состава липидов продукта, имеет оптимальную пропорцию полиненасыщенных и ненасыщенных жирных кислот, равную 0,3. От этого значения отношение указанных жирных кислот кальмара существенно отличается, что не позволяет отнести его липиды к ценным в пищевом отношении.

По составу и количеству биологически активных веществ мясо кальмаров имеет определенные преимущества перед мясом наземных животных. Наличие значительных количеств лизина и аргинина позволяет отнести мясо кальмара к необходимым компонентам детского питания, а достаточно высокое содержание метионина и лизина обуславливает его липотропное действие.

В мясе кальмаров, как и других беспозвоночных, содержится большое количество таурина, способствующего снижению холестерина в крови и таким образом оказывающего антисклеротическое действие. Таурин предположительно выступает в качестве регулятора кровяного давления, снижает количество нейтральных жиров в крови, способствует сужению артерий, улучшает "ночное зрение".

Витамин Е и селен, содержащиеся в кальмаре, способствуют превращению эйкозапентаеновой кислоты в организме человека в простагландин, связывающий и обезвреживающий соли тяжелых металлов.

Каракатицы. Они имеют близкое с кальмарами строение тела, химический состав съедобных частей и технологические свойства, однако обладают и некоторыми особенностями.

Для каракатицы характерны более короткие щупальца, широкая мантия, окаймленная по бокам плавниками, массивный гладиус.

Размер и масса каракатиц колеблются в широких пределах и зависят от сезона и района промысла, размера и физиологического состояния особи.

Длина мантии каракатицы составляет 9–17 см, толщина 0,4–1,1 см. Самцы каракатицы крупнее самок.

Выход съедобных частей у каракатицы высокий и составляет 64–73 %.

В мантии каракатицы содержится около 80 % воды, 16 % белков, 1,3 % жира, 1,3 % гликогена и 1,6 % минеральных веществ.

Азотистые вещества каракатицы в основном представлены белками (84 %).

Содержание азотистых экстрактивных веществ каракатицы не подвержено существенным колебаниям, причем в отличие от кальмаров в них мало ТМАО (54–150 мг на 100 г).

Свободные аминокислоты каракатиц представлены в основном моноаминокислотами.

Внутренние органы каракатицы по содержанию основных компонентов мало отличаются от состава несъедобных частей кальмара.

Осьминоги. Тело осьминога состоит из сравнительно небольшой по размеру головы, восьми мощных щупалец, снабженных присосками,

мантии, имеющей форму округлого мешка, в котором находятся все органы жизнеобеспечения.

Гистологическое строение тканей мантии и щупалец отличается сложностью и своеобразием.

Щупальца осьминога состоят из нескольких хорошо различимых слоев, расположенных вокруг центрального нервного ствола. Кожа, или покровная ткань, разделяется на два слоя: поверхностный и околмышечный. Поверхностный слой состоит из призматических клеток, под которыми расположены гранулы пигментов. Околмышечный слой образован сетевидным сплетением тонких, преимущественно коллагеновых волокон, между которыми находятся небольшие пучки различно направленных гладких мышечных волокон и продольно идущие сосуды.

Под кожей находится сложная по структуре мышечная оболочка, состоящая из пяти слоев мышечных волокон. В первом и третьем слоях, имеющих относительно небольшую толщину, мышечные волокна расположены радиально, во втором и четвертом, более массивных, — продольно. Продольные волокна второго и четвертого слоев разграничены на сегменты тонкими радиально проходящими пучками мышечных волокон. Пятый слой мышечной оболочки, находящийся ближе к центру щупальца, состоит из гладкой мускулатуры преимущественно с косопоперечным расположением волокон. Третья, внутренняя, оболочка, окружающая нервный ствол щупалец осьминога, представляет собой студенистое вещество с погруженными в него мелкими клеточными ядрами.

Мантия осьминога состоит из четырех слоев гладких мышечных волокон. В наружных слоях волокна расположены циркулярно, а в средних — продольно.

Отдельные волокна, пучки и слои тканей щупалец и мантии осьминога не связаны между собой прослойками соединительной ткани. Прочность тканей обеспечена плотным прилеганием и сложным переплетением структурных элементов мышц, что отличает осьминогов от рыб и теплокровных.

Размер и масса промысловых особей значительно колеблются: длина от 50 до 1500 см и масса от 0,5 до 40 кг.

При разделке осьминогов отдельные части его тела в среднем составляют (% массы тела): голова — 5,3; щупальца (конечности) — 60,8; мантия — 12,5; внутренности — 20,4.

Гладиус осьминогов гораздо меньше, чем у кальмаров и каракатиц. Его масса составляет до 0,005 % массы тела.

Мясо осьминога, представляющее собой обесшкуренные щупальца и мантию, содержит (в %): воды — 79–85, белков 11–17, липидов 0,3–0,7, минеральных веществ 2,4–2,8.

В мясе осьминогов в отличие от мяса кальмаров преобладают растворимые белки.

Изоэлектрическая точка мышечных белков осьминогов находится в пределах рН 3,5 (мантия) — 5,0 (конечности).

Активная кислотность мяса осьминогов 6,0—6,1.

В мясе щупалец осьминога по сравнению с мантией содержится меньше миозина и примерно одинаковое количество актина.

В съедобных частях осьминогов содержатся все незаменимые аминокислоты, однако по количеству остродефицитных лизина метионина и валина они уступают мясу кальмаров. В то же время в мясе осьминогов в 2 раза выше содержание аспарагиновой и глутаминовой аминокислот, чем в мясе кальмаров.

Небелковые азотистые вещества осьминогов составляют около 25 % общего азота.

В составе азотистых экстрактивных веществ мяса осьминогов обнаружено (мг на 100 г): летучих оснований — 17, бетаина — 98, триметиламиноксида — 45.

Содержание ТМАО увеличивается с возрастом осьминогов.

Мясо осьминогов не содержит креатина, функции которого выполняет аргинин, входящий в состав аргининфосфорной кислоты.

Липиды мяса осьминогов состоят в основном из триглицеридов и фосфолипидов.

В мясе осьминогов углеводы представлены гликогеном, сахарами, гексозаминами. Содержание гликогена 0,2—2,8 %, сахаров до 7 %, гексозаминов более 20 мг на 100 г.

Минеральный состав мяса осьминогов разнообразен и отличается повышенным содержанием железа, алюминия и магния.

Кожа осьминогов содержит по сравнению с мясом больше воды (90 %) и гексозаминов (250 мг на 100 г) и меньше белков (4—7 %).

Отличительной особенностью химического состава печени осьминогов является низкое содержание липидов (6—9 %) и воды (до 65 %) и высокое белка (23—28 %) и минеральных веществ (более 3 %).

В слизи осьминогов обнаружено биологически активное вещество — октопин, обладающее ядовитыми свойствами. Ядовит и секрет, выделяемый слюнными железами осьминога.

Технологические свойства мяса осьминогов в значительной степени зависят от их массы. По этому признаку осьминоги могут быть сгруппированы в четыре категории. К первой категории относятся моллюски массой до 2 кг, ко второй — от 2 до 5 кг, к третьей — от 5 до 10 кг, к четвертой — более 10 кг.

У мелких и средних осьминогов мясо обладает упругой консистенцией, белым цветом. При механическом воздействии на него выделяется незначительное количество сока. Мясо осьминогов четвертой категории имеет желеобразную консистенцию, водянисто-белый цвет. Для него характерно обильное выделение сока.

По содержанию белка, органолептическим и структурно-механическим свойствам наиболее ценным сырьем являются осьминоги второй и третьей категорий.

§ 14. Двустворчатые моллюски

Наиболее массовыми промысловыми моллюсками среди двустворчатых являются устрицы, мидии и гребешок. Для них характерно наличие у раковин двух створок, охватывающих тело животного. Изнутри створки соединены одним или двумя мускулами-замыкателями.

Устрицы. Раковина устриц симметрична. Одна створка глубокая, в ней расположено тело моллюска, другая — плоская, выполняет роль крышки.

Устрицы различных видов различаются по внешнему виду, размеру, форме и массе. Длина тихоокеанской устрицы достигает 35 см, масса от 110 до 570 г. Раковина составляет 70 % массы всего моллюска. Выход мяса равен 8—19 %. Межстворчатая жидкость составляет 11—36 %.

Черноморские устрицы значительно меньше. Их масса в среднем равна 35 г. Выход мяса от одной устрицы 4—8 г.

Соотношение между раковиной и мясными частями устриц зависит от вида, размера моллюска, а также сезона добычи.

К съедобной части моллюсков относятся мускул-замыкатель и мантия. Их выход составляет 5—8 %. Масса мантии составляет от 1,3 до 3,5 %, мускула-замыкателя 2,8—4,8 %, внутренностей — около 6,2 %.

На химический состав мяса устриц оказывает влияние сезон добычи, а также место обитания, возраст и вид устриц.

К особенностям состава мяса устриц относятся высокое содержание влаги и гликогена и низкое — липидов (табл. 8).

8. Химический состав мяса устриц, % сырого вещества

Вид устриц	Вода	Белковые вещества	Липиды	Гликоген	Минеральные вещества
Гигантская	82	8	1,2	5,8	2,7
Посыетская	76	15	3,9	5,4	3,1
Черноморская	82	8	1,5	7,4	1,2

Наиболее высокое содержание гликогена обнаружено в гонадах неполовозрелых устриц. В период размножения устриц содержание гликогена резко уменьшается.

Аминокислотный состав белков мяса устриц свидетельствует о их полноценности и в то же время отличен от белков рыб пониженным содержанием лизина, триптофана, гистидина и аргинина.

Количество незаменимых аминокислот у черноморских устриц достигает 52 %, экстрактивного азота — 25 %, основная часть которого представлена белками и свободными аминокислотами.

Мясо устриц по сравнению с другими моллюсками содержит довольно много липидов — от 1 до 4 %.

Основную фракцию липидов мяса устриц составляют фосфолипиды (до 30 %), триглицериды (10–20 %), жирные кислоты (10–26 %), эфиры стериннов (13–27 %).

Устрицы в группе беспозвоночных выделяются значительным количеством меди (1,2–15 мг на 100 г) и цинка (2,5–34,5 мг на 100 г), что позволяет отнести их к антианемичным продуктам питания.

Содержание витаминов в мясе устриц составляет (в мг/100 г): аскорбиновая кислота 15–22, инозит 10–33, тиамин 60–140, биотин 17–44, пантотеновая кислота 0,1–0,8, рибофлавин 0,01–0,3, цианокобаламин – 0,001 и каротиноиды – 0,001 %.

Мясо устриц по вкусовым свойствам относится к деликатесной продукции. Оно обладает своеобразной консистенцией и приятным запахом, различным в зависимости от вида моллюска.

Мясо виргинской устрицы обладает, например, приятным запахом морских водорослей, мясо акклиматизированной у тихоокеанского побережья США гигантской устрицы – запахом дыни.

Летучие вещества обеих устриц содержат ароматические вещества – 1-октен-3-он; 1,5-октадиен-3-он; 1,5-октадиен-3-ол; 2,5-октадиен-1-ол, обладающие запахом морских растений. Запах дыни создают вещества, образующиеся при воздействии специфической ферментативной системы устриц на жирные кислоты и относящиеся к ароматическим спиртам и альдегидам с 9 атомами углерода [(Е, L-2,6-нонадиеналь и 3,6-нонадиен-1-ол)].

Для формирования окраски тела и раковин многие моллюски используют такие билипротеины, как фикоцианин и фикоэритрин.

Перламутровая окраска раковин моллюсков обусловлена дифракцией света на природных пластинчатых структурах, которые ведут себя как дифракционные решетки (гуанин и другие пурины).

Мидии. Обе створки раковины мидий одинаковы по форме. Размер промысловых мидий зависит от их вида и составляет 8–20 см.

Значительный процент массы мидий составляют створки (60–70 %). К съедобным тканям относятся мускул-замыкатель, нога, мантия и икра, составляющие до 31 %. Количество внутриворчатой жидкости, представляющей собой ценную по составу часть мидий, достигает 17 %.

Теплоемкость целых мидий составляет 2,203 кДж (кг·°С), створок – 1,045.

Характерной особенностью мышечной ткани мидий является гладкая мускулатура, ориентирование пучков мышечных волокон в разных направлениях, их переплетенность между собой.

Наибольший выход съедобных частей характерен для дальневосточной мидии дункера.

Химический состав мяса мидий (табл. 9) близок к составу мяса устриц и подвержен колебаниям в зависимости от сезона. Наибольшее содержание углеводов приходится на минимальное количество белка.

Наименьшее содержание липидов наблюдается в мае, максимальное — осенью.

9. Химический состав мяса мидий, % сырого вещества

Вид мидий	Вода	Белковые вещества	Липиды	Гликоген	Минеральные вещества
Черноморская	83–87	6–11	0,8–2,4	0,8–5,4	0,8–3,4
Баренцевоморская	85–91	5–11	0,1–1,4	0,4–3,3	0,7–2,2
Дальневосточная	78–84	9–14	0,6–1,3	3,1–5,5	1,9–2,9

Содержание минеральных веществ остается практически без изменений в течение года.

Белки мяса мидий отличаются высоким содержанием треонина, лизина и цистина. Сумма незаменимых аминокислот в белках мяса мидий достигает 40 %.

Экстрактивный азот составляет до 20 % общего количества азота в мясе мидий, причем состоит в основном из незаменимых аминокислот (45 %), среди которых преобладают треонин, валин и лейцин.

В тканях черноморских мидий преобладают липиды монополярной фракции.

Фракционный состав липидов черноморских мидий подвержен сезонным изменениям.

Жирнокислотный состав липидов мидий представлен биологически ценными полиненасыщенными кислотами (30–45 %), в том числе арахидоновой и эйкозапентаеновой (соответственно 25 и 30 %).

Мясо мидий богато микро- и макроэлементами. Кроме того, в отличие от других видов сырья для него характерно высокое содержание марганца и кобальта.

Биологическая ценность мяса мидий выше, чем мяса говядины. Употребление в пищу 50 г свежих мидий удовлетворяет суточную потребность человека в лизине, 100 г — в тиамине и триптофане, 458 г — в метионине.

Гребешок. Тело гребешка, как и всех двусторчатых моллюсков, находится в раковине, створки которой имеют форму треугольника с округленным основанием. Одна из створок, которая погружается в грунт, выпуклая. Верхняя створка — плоская. Некоторые виды гребешков имеют створки одинаковой формы.

Съедобными частями гребешка являются мускул, мантия, икра и молоки.

Размерно-массовый состав гребешка зависит от возраста и вида его, а также сезона добычи.

Некоторые виды крупных гребешков в зависимости от массы делят на несколько групп.

Масса крупных тихоокеанских гребешков колеблется в пределах 150–300 г. Раковина составляет до 60 % массы моллюска. Выход съедобных частей равен 25 %, количество полостной жидкости составляет 17 %.

Прослеживается прямопропорциональная зависимость массы гребешка от ширины раковины.

Выход съедобных частей тела гребешка наиболее высок в мае (24,5 %). Минимальный выход наблюдается в октябре (19,5 %), когда наступает конец промыслового сезона. Уменьшение выхода съедобных частей гребешка в природных условиях происходит за счет снижения выхода мускула, у искусственно выращенного — за счет уменьшения выхода мантии.

Гребешки, обитающие в Черном и Белом морях, имеют размер 2–5 см, массу 1,2–2,5 г. Выход съедобных частей составляет до 25 %.

Наиболее ценным из съедобных частей гребешка является мускул; в нем меньше воды и больше гликогена и белка.

Химический состав и вкусовые достоинства мяса гребешка зависят от его вида (табл. 10), а также сезона добычи, возраста и анатомической части тела.

10. Состав отдельных частей тела гребешка, % сырого вещества

Часть тела гребешка	Вода	Белковые вещества	Липиды	Гликоген	Минеральные вещества
Мускул	77	17	0,3	2,9	1,5
Мантия	84	12	0,5	1,0	2,3
Икра	83	13	2,5	—	2,2
Молоки	78	18	0,5	—	2,6

Мясо мускула молодых гребешков более вкусное и нежное по консистенции, так как с увеличением возраста в тканях накапливается большое количество минеральных веществ.

В тканях мантии и внутренностей гребешка к концу вылова значительно увеличивается содержание белковых веществ и уменьшается содержание влаги. Содержание липидов в мантии продолжает уменьшаться, а во внутренностях увеличивается, достигая первоначального уровня. Этот период связан с созревaniem и кладкой яиц у гребешка. В октябре содержание влаги в мускуле становится минимальным, липидов и белка становится меньше, а гликогена значительно больше.

Белки мяса гребешка содержат все незаменимые аминокислоты.

Липиды гребешка содержат повышенное количество неомыляемых веществ (10–15 %), которые представлены в основном стеролами.

Среди жирных кислот липидов гребешка преобладают полиненасыщенные, в том числе эйкозапентаеновая, линолевая и арахидоновая.

В мясе гребешка содержится разнообразный и ценный для организма человека набор минеральных веществ.

Из мягких тканей наиболее богата микро- и макроэлементами мантия гребешка.

В съедобных частях гребешка содержание витаминов составляет: В₁₂ 200–250, рибофлавин 80–120, тиамин 90–200 мкг/г.

Наблюдается значительное сходство в размерно-массовом составе и свойствах диких и искусственно выращиваемых гребешков.

Общий выход съедобных частей тела у искусственно выращенных и диких гребешков примерно одинаков.

Уменьшение выхода съедобных частей у искусственно выращенного гребешка происходит за счет уменьшения доли мантии. Однако выход наиболее ценного мускула у искусственно выращенного гребешка несколько ниже в течение сезона лова.

Содержание воды, липидов, азотистых веществ и гликогена в мускуле, мантии и внутренностях искусственно выращенного гребешка очень незначительно отличается от количества этих веществ в гребешке в естественных условиях. Исключение составляет содержание марганца, которое значительно меньше у культивированного гребешка.

Мактра. Промысловым объектом является мактра овальная, или белая ракушка, имеющая округло-овальную форму выпуклой толсто-стенной ракушки, которая состоит из двух створок. Пищевую ценность представляют нога, мантия, сифон, жабры и мускул-замыкатель.

Мактра дальневосточных морей достигает длины 150 мм, массы 250–300 г.

Съедобные части мактры состоят из белков (12 %), липидов (до 1 %), гликогена (5 %) и минеральных веществ (2 %).

Брюхоногие моллюски. Они весьма разнообразны по видовому составу. От двустворчатых моллюсков брюхоногие отличаются цельной раковиной, которая в зависимости от вида может быть спирально закрученной, витой, трубчатой или конусной.

Наиболее распространена добыча трубача.

Тело моллюска, заключенное в раковину, состоит из головы, туловища и ноги.

Часть внутреннего мешка, снаружи ограниченного кожей складкой – мантией, образует мантийную полость, в которой расположены внутренние органы.

Размерно-массовый состав ракушки трубача колеблется в зависимости от возраста, вида и сезона добычи и составляет: длина 9–15 см, масса 80–300 г. Выход съедобной части достигает 35–42 %.

Наиболее ценной съедобной частью трубача является мясо ноги, состоящее из воды (71–78 %), белка (7–18 %), липидов (0,1–1,2 %), гликогена (1,5–3,0 %) и минеральных веществ (6 %).

В состав белков трубачей входит коллаген (до 35 %), придающий мясу плотность и эластичность. Содержание незаменимых аминокислот в мясе трубача высокое.

Мясо трубача содержит значительное количество гистидина, около 0,4 ТМА, ТМАО 13 мг на 100 г.

Створки раковин, межстворчатая жидкость и некоторые внутренние органы и ткани моллюсков относятся к несъедобной части (60–90 % общей массы).

Створки составляют (в %): у гребешка 70–80, устриц 80–90, мидий 70–90.

Сухое вещество раковин представлено органическими веществами (8 %), в том числе 0,15–0,50 % азота и незначительным количеством веществ, растворимых в эфире.

Минеральные вещества раковин в основном состоят из углекислого кальция (95–98 %). В небольших количествах в них содержатся соли магния, серной и фосфорной кислот, а также марганец, медь, цинк.

Обработанные определенным способом раковины могут быть использованы в качестве минеральной подкормки для птиц и домашних животных, а также для получения строительных материалов.

Внутренности двустворчатых моллюсков ценны как сырье для кормовой продукции благодаря содержащимся в них белковым веществам (до 15 %) и липидам (до 4 %). Межстворчатая жидкость содержится в количестве: у гребешка до 18 и мидий до 30–40 %.

Межстворчатая жидкость состоит из воды (98 %), азотистых соединений (0,5–1,0 %), минеральных веществ (0,4 %) и гликогена (до 0,1 %).

Несмотря на невысокий уровень содержания, азотистые вещества межстворчатой жидкости представляют собой дополнительный источник белка.

Моллюски могут служить ценным источником биологически активных веществ.

К группе биологически активных веществ моллюсков относятся терпеноиды, влияющие на функции различных отделов центральной нервной системы, вызывающие усиление дыхательной активности и проявляющие цитостатическое действие. В состав моллюсков часто входят гомарин, серотонин, гистамин и некоторые другие биогенные амины гетероциклического ряда, способные изменять активность гладкой мускулатуры, тонус кровеносных сосудов.

Жирнокислотный состав моллюсков позволяет считать их потенциальным источником полиненасыщенных высших жирных кислот.

Содержание эйкозапентаеновой кислоты в липидах головоногих, добытых у берегов Австралии, составило 8,5–10,9, а докозагексаеновой 34,6–37,2 %.

Однако химическая природа большинства биологически активных веществ моллюсков неизвестна, поэтому в фармакологии используют биологические эффекты вытяжек из тканей. На основании изучения вы-

тяжек установлено, что многие моллюски содержат вещества, обладающие способностью изменять сердечно-сосудистую деятельность, оказывать противоопухолевое, противовирусное и нейротропное действие.

Высокое содержание йода в беспозвоночных обуславливает их использование в диетотерапии.

По содержанию йода наиболее ценно мясо мидии и гребешка.

§ 15. Иголкожие

К промысловым иголкожим беспозвоночным относятся трепанг, кукумария и морской еж, причем последний имеет наименьшее значение как пищевое сырье рыбной промышленности, но играет существенную роль как источник биологически активных веществ.

Трепанг. Тело его цилиндрической продолговатой формы, длиной 20—40 см.

Тело трепанга образовано мускульной оболочкой, внутри которой размещены органы. На спинной и боковой частях вдоль всего тела трепанга расположены кожистые отростки, называемые шипами. Внутри каждого отростка проходит сквозной канальчик с отверстием на поверхности тела трепанга.

На брюшной стороне расположено множество ножек-присосок, при помощи которых трепанг передвигается по дну.

Связь канальцев шипов с внешней средой после гибели животного приводит к проникновению в тело трепанга микроорганизмов и, следовательно, быстрой порче.

Оболочка мяса трепанга имеет толстые эластичные стенки, состоящие из четырех слоев: наружного эпидермиса, соединительной ткани, кольцевых мышц и внутреннего цилиндрического эпителия. Эпидермис представлен одним слоем вытянутых клеток, погруженных в соединительную ткань, которая состоит из диффузного вещества и тонких коллагеновых беспорядочно расположенных фибрилл.

Мускульный слой оболочки трепанга состоит из кольцевых и продольных мышц.

На оболочку трепанга, или его съедобную часть, приходится 56 %, внутренности и полостную жидкость соответственно 17 и 26 %.

Соотношение частей тела трепанга остается практически постоянным для животных различных размеров.

Съедобная часть трепанга сильно обводнена, причем в отдельные сезоны содержание в ней воды достигает 96 %.

Содержание белка и липидов также колеблется и равно соответственно 1,4—9,3 и 0,1—0,8 %.

Белки трепанга в основном представлены коллагеном (40 %). В них содержится мало лизина, цистина, валина, изолейцина и лейцина. Общее количество аминокислот составляет 29 %.

В мясе трепанга содержится 8—15 % азота небелковых веществ,

количество ТМАО колеблется в широких пределах: от 1 до 480 мг на 100 г.

В состав липидов трепанга входят 30–60 % фосфолипидов, остальное количество составляют моно-, ди- и триглицериды, свободные жирные кислоты, стерины.

Значительное место в общих липидах занимают гликолипиды, особенно цереброзид. Углеводная часть гликолипидов трепанга представлена глюкозой, рамнозой и ксилозой.

Степень ненасыщенности жирных кислот трепанга очень высока — 72 %.

Благодаря высокой неопределенности жирных кислот липидов и их значительному количеству мясо трепанга относится к продуктам, обладающим антисклеротическим действием.

Микро- и макроэлементная часть мяса трепанга содержит разнообразный набор соединений, в основном хлоридов.

Содержание витаминов в мясе трепанга составляет (в мкг на 100 г): V_1 — 30–40, V_2 — 100–120; V_{12} — 1–3; С — 2500–3500; РР — 810–2200.

Кукумария. В спокойном состоянии форма тела вытянута, а при раздражении близка к шарообразной за счет сокращения мышц. Толщина оболочки кукумарии составляет до 0,5 см. Мышечная ткань кукумарии снаружи покрыта тонкой бесструктурной кутикулой, расположенной на цилиндрическом эпителии. Отдельные особи достигают длины 28–40 см.

Съедобной у кукумарии является мышечная ткань, составляющая более 30 % массы тела. Внутренности кукумарии составляют 27, а полостная жидкость — 38 %.

Химический состав кукумарии представлен белками (8 %), липидами (0,6 %), углеводами (0,7 %), минеральными веществами (4 %) и водой (86 %).

Более 60 % белков кукумарии составляет коллаген.

Количество незаменимых аминокислот в белках кукумарии не превышает 28 %, что в 1,5–2 раза меньше, чем в белках рыб. Из аминокислот преобладают глицин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, в незначительных количествах содержатся лизин и лейцин.

К специфическим свойствам коллагена кукумарии относятся низкое содержание оксипролина (около 4 % массы коллагена) и значительное количество гексоз (до 9 % массы коллагена).

В съедобной части кукумарии содержится хондроитинсульфат, относящийся к физиологически активным веществам, в состав которого входят гексозамины (240–300 мг на 100 г ткани).

Липиды кукумарии состоят из триглицеридов (45 %), фосфолипидов (20 %), диглицеридов (2–12 %), моноглицеридов, свободных жирных кислот, стерина и их эфиров.

Высоким является содержание ненасыщенных жирных кислот (65–68 %), из них около половины приходится на эйкозапентаеновую кислоту.

Липиды кукумарии устойчивы к окислению благодаря наличию в них природных антиокислителей.

Содержание минеральных веществ в кукумарии выше, чем в некоторых других видах беспозвоночных. Они представлены хлоридами (75–82 %), обладающими соленым вкусом. Эту особенность следует учитывать при дозировании поваренной соли в продукцию из кукумарии.

Внутренние органы содержат (в %): вода 89, азотистые вещества 4, липиды 2,5, минеральные вещества 3,3.

Морские ежи. У них шарообразная форма тела, образованная внешним прочным скелетом, представляющим собой плотно соединенные пластины с иглами и отверстиями для амбулакральных ножек.

К съедобной части относится икра, находящаяся внутри скелета (пять желез желто-оранжевой окраски), составляющая 5–6 % массы животного в период его полного созревания.

В икре содержится (в %): вода 43–65, азотистые вещества 12–20, липиды 10–35, минеральные вещества 2–3,5.

Большинство видов иглокожих, в том числе и морской еж, синтезируют смесь из шести и более пигментов: красного, пурпурного и синего цветов, которые находятся в виде кальциевых и магниевых солей в панцире, и скорее всего в виде комплексов в других тканях.

В структурном отношении эти пигменты иглокожих представляют собой высокозамещенные производные юглона или нафтазаринов.

В иглах панциря морского ежа, его внутренних органах, полостной жидкости были обнаружены нафтохиноновые пигменты, известные под названием спинохромов-или эхинохромов.

Вкус икры морских ежей своеобразный, острый (после посола) и мало привычный вкусу европейцев.

В гонадах морского ежа при холодильном хранении накапливаются вещества с неприятным острым привкусом, обусловленным присутствием: пировиноградной, α -кето-изовалериановой, α -кето-*n*-валериановой, α -кетоизокапроновой, фенилпировиноградной и щавелево-уксусной кислот, а также альдегидов — уксусного, пировиноградного, изомасляного; *n*-масляного, изовалерианового, капронового, капринового, додеканового, 2-метилбутальдегида, фенилацетальдегида, гептанола, нонанола.

Мясо иглокожих обладает выраженным адаптогенным действием на организм человека.

Из биологически активных веществ иглокожих идентифицирован гомарин, карнитин, допамин и норадреналин, стерины, пептиды, жирные кислоты, терпеноиды, ароматические соединения и сапонины.

Наибольший интерес как биологически активные вещества представляют сапонины, обладающие фармакологическим действием. В частности, голотурин обладает высоким цитостатическим и нейротропным действием.

Из тихоокеанских иглокожих выделены голотоксины, обладающие противогрибковой активностью.

§ 16. Беспозвоночные

Токсины обнаружены у многих беспозвоночных, включая двусторчатых и брюхоногих моллюсков, головоногих, крабов, омаров, однако лишь в некоторых случаях они имеют эпидемиологическое значение.

Интоксикации у человека, связанные с употреблением головоногих моллюсков, морского ушка, крабов и омаров, обычно носят локальный и спорадический характер.

Известен паралитический яд моллюсков. Вспышки отравлений этим ядом регистрировались в Северной Америке, Европе, Африке и Азии.

Сакситоксин — яд двусторчатых моллюсков, который попадает в них из морских планктонных водорослей динофлагеллят.

Паралитический яд в моллюсках накапливается в опасных для здоровья человека количествах только при обильном размножении в воде жгутиконосцев.

Моллюски *Mytilus californianus* способны концентрировать в своем организме сакситоксин: за 24 ч каждая особь может накопить не менее 180 мг сакситоксина, в то время как смертельная доза его для человека составляет 0,8–1,0 мг.

Химическим методом (стандартный) токсины паралитического действия обнаруживаются при количестве, превышающем 35 мкг на 100 г (в пересчете на сакситоксин).

К наиболее опасным сакситоксичным видам моллюсков относят калифорнийскую мидию (*Mytilus californianus*), обычную темную мидию (*Mytilus edulis*), моллюск мую (*Mya arenaria*), гладкого моллюска (*Saxidomus giganteus*), белую мидию (*Donax serra*), северную мидию (*Volsella modiolus*), атлантического глубоководного гребешка (*Placopecten magellanicus*).

Иногда становятся токсичными моллюски, вылавливаемые как в холодных и умеренных зонах, так и в тропиках.

Известны случаи появления токсичности двусторчатых моллюсков в период откладывания икры. У некоторых брюхоногих моллюсков яд образуется в слюнной железе.

Отравление сакситоксином характеризуется сухостью в горле, болью в конечностях, ознобом, параличом, нарушением речи. Зарегистрирован летальный исход в 10 % случаев отравления.

Известны случаи отравления морскими гребешками тихоокеанских видов (*Haliotis discus* и *Haliotis sieboldi*). При отравлении ими на теле человека возникают изъязвления кожи и инфильтраты.

В пищеварительных железах моллюсков часто находят соединения четвертичного аммония, в частности тетрамин, который по своему действию подобен яду кураре.

В слюнных железах осьминогов (*Octopus maculosus*), обитающих в мелководных районах Австралии, содержится токсин, идентифициро-

ванный как тетродотоксин. Он был обнаружен в пищеварительной железе моллюска *Chagonia squalia* и ряда других гастропод.

Основными токсинами крабов являются неосакситоксин и сакситоксин.

Смертельно ядовитый токсин, содержащийся в ядовитых крабах и лангустах тропической зоны Тихого океана, подобен сакситоксину моллюсков. Симптомы отравления им проявляются в нарушении координации движений, параличе мышц и др. Токсин термоустойчив. Изменение токсичности крабов связано с районом обитания, температурой воды, составом пищи, особенностями морского дна и др.

Морской еж образует термостабильный биотоксин, характеризующийся гемолитическим, дерматотропным и нейротропным действием.

Моллюски сохраняют свою токсичность в течение длительного времени и прежде чем станут безвредными естественным путем, проходит несколько недель.

Выдерживание крабов на специально подобранных нетоксичных кормах не позволяло за короткий период достичь их безвредности.

Меры, предотвращающие отравление ядами моллюсков, включают контроль районов промысла, известных тем, что там периодически возникает опасность отравления, запрещение промысла в период, когда уровень токсичности моллюсков превышает допустимый.

Некоторое снижение токсичности моллюсков может быть достигнуто соответствующей технологической обработкой (снижение pH, добавление яичного белка).

Специфического лечения людей, отравившихся моллюсками или рыбами, не существует. Нет и противоядий. Срочная помощь пострадавшим состоит в том, чтобы как можно скорее очистить желудочно-кишечный тракт, промыть желудок большим количеством соленой воды, дать яичный белок и раствор пищевой соды. При признаках остановки дыхания следует делать искусственное дыхание.

Моллюски и ракообразные способны накапливать кадмий и другие тяжелые металлы. С повышением концентрации металлов в воде количество их в тканях гидробионтов также увеличивается.

У берегов Норвегии встречаются мидии, содержание кадмия, свинца и цинка в которых в 10–100 раз превышает допустимый уровень.

Токсичность и гибель моллюсков из-за ртутного загрязнения приносит серьезный ущерб мировой экономике.

Беспозвоночные интенсивно аккумулируют растворенный в воде радиоактивный Co-60. В мышечной ткани беспозвоночных Co-60 находится в основном в связанном виде с высоко- и низкомолекулярными органическими веществами. Высокомолекулярные вещества представлены главным образом углеводами, а низкомолекулярные — углеводами и небольшим количеством белков и пептидов.

Период полувыведения Co-60, устанавливающийся после переноса

беспозвоночных в чистую воду, составил для кукумарии 73 сут, для креветок — 24 сут.

Необходим строгий контроль за содержанием кадмия в устрицах и других морских беспозвоночных, добываемых в районах с высоким уровнем загрязнения вод.

Креветки, крабы, зоопланктон весьма чувствительны к ДДТ и ПХД.

В антарктическом криле установлено содержание ДДТ и его метаболитов в количестве 1,5–2,3 мкг/кг сырого вещества, а ПХД 0,03–1,7 мг/кг.

Моллюски способны концентрировать хлорорганические углеводороды.

У нескольких видов моллюсков, добытых у берегов Японии, обнаружено небольшое количество полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе у мидий 2,64 мкг/кг бензпирена. При этом в рыбах, выловленных там же, ПАУ не обнаружены.

Внутренности мактры могут быть заражены трематодами, способными проникать в съедобные ткани, что требует строгого санитарно-гигиенического контроля при направлении сырья в обработку.

§ 17. Водоросли и травы

Основными промысловыми водорослями являются бурые — ламинария, макроцистис, нереоцистис, алария, ундария, эклония, фукусы, аскофиллум, эйзензия; красные — гелидум, грацилярия, птерокладия, анфельция, фуцеллярия, филофора, хондрус, гигартина, эвхемия, гипнея, иридея; зеленые — ульва, энтероморфа, монострома, каулерпа.

Бурые водоросли. Отечественный промысел использует в основном несколько видов ламинарий и фукусов. В состав ламинарий входит 10–27 % сухих веществ, содержащих различные органические и минеральные компоненты.

Органическую часть ламинарий составляют в основном полисахариды и азотистые вещества.

Водорослевые полисахариды отличаются от полисахаридов наземных растений. Они представлены азотсодержащими полисахаридами — ламинаранами, фукоиданом, альгиновой кислотой и сахароспиртами.

Строение молекулы альгиновой кислоты сходно со строением пектина высших растений.

От 10 до 35 % массы сухих веществ ламинарий приходится на альгиновую кислоту, являющуюся полимером α -маннуриновой и L-гулуриновой кислот (соотношение их в водоросли 0,87: 1,96).

В органическую часть бурых водорослей входит шестиатомный кристаллический спирт маннит (в зависимости от вида ламинарии от 5 до 22 % сухого вещества).

Резервный полисахарид ламинаран накапливается в максимальном

количестве (до 30 % от сухого вещества) и представлен в виде нерастворимых и растворимых в воде форм.

В известные периоды года в бурых водорослях накапливается до 20 % сульфатированного полисахарида фукоидана.

В состав сухих веществ бурых водорослей входит клетчатка (6–14 %).

Количество азотистых соединений ($N_{\text{общ}} \cdot 6,25$) в бурых водорослях достигает от 3,5 до 19 % сухих веществ.

Белковый азот в ламинариях составляет по массе основную часть общего азота — от 55 до 82 %. Значительно количество небелкового азота — 11–40 %. Азот гуминовых веществ составляет 5–7 %.

Белок ламинарии содержит 16 индивидуальных аминокислот, среди которых преобладают глутаминовая и аспарагиновая. Содержание незаменимых аминокислот в белке ламинарии незначительно, причем их соотношение не сбалансировано.

Особенностью состава белка бурых водорослей является присутствие в нем моно- и дийодтирозина, влияющих на содержание йода в организме человека.

Небелковый азот бурых водорослей в основном представлен свободными аминокислотами, в состав которых входят 23 индивидуальные аминокислоты. В наибольшем количестве присутствуют глутаминовая и аспарагиновая кислоты и аланин.

Из свободных незаменимых аминокислот в ламинариях больше всего содержится треонина и фенилаланина, затем лизина, валина, лейцина, изолейцина. В следовых количествах содержится метионин. Триптофан отсутствует.

По составу незаменимых аминокислот ламинарии имеют очень низкое пищевое значение.

В составе бурых водорослей обнаружены высоко- и низкомолекулярные пептиды, на долю которых приходится 7–8 % небелкового азота.

В состав сухих веществ ламинарий входит 0,16–2,1 % веществ, растворимых в этиловом эфире. Их количество зависит от возраста водоросли.

Жирные кислоты липидов бурых водорослей на одну треть представлены ненасыщенными жирными кислотами, среди которых преобладают пальмитиновая и миристиновая.

Витамины ламинарий представлены (мг на 100 г сухого вещества): витамином B_1 — до 0,6, B_6 — 0,3–0,6, пантотеновой кислотой — до 0,9, холином — 2,4–62,0, инозитом — 6–119, фолиевой кислотой — менее 0,06, биотином — менее 0,03, липоевой кислотой — менее 0,06, витамином C — 3–10, витамином B_{12} — 0,3–7,6, каротином — 0,25.

Окраска бурых водорослей обусловлена сочетанием зеленых и буро-желтых пигментов.

Во всех водорослях содержится хлорофилл а. В то же время водо-

росли некоторых классов наряду с хлорофиллом а содержат хлорофиллы b, c и d.

Хлорофилл — зеленый светоулавливающий пигмент растений, представляющий собой циклическое тетрапиррольное природное соединение.

Фикобилины — вспомогательные фотосинтетические пигменты некоторых водорослей, представляющие собой соединения, родственные хлорофиллу. Билины — линейные тетрапирролы.

Хлорофиллы нестабильны и легко разрушаются при действии света, кислорода, тепла, кислот и щелочей.

В растворе даже при комнатной температуре хлорофиллы а и b подвергаются изомеризации. В присутствии кислот удаляется ион магния и в результате образуется феофитин. Более жесткая обработка кислотой приводит к отщеплению этерифицирующего спирта, в результате чего образуется водорастворимый феофобрид. В результате щелочного гидролиза хлорофилла в отсутствие кислорода образуются также феофобриды, их метиловые эфиры и хлорофиллид. Продукты разрушения хлорофилла стабильны.

Водоросли содержат каротиноиды в хлоропластах или вне их. У некоторых водорослей накапливаются кетокаротиноиды, в том числе и астаксантин, а также ацетиленовые или алленовые каротиноиды, например фукоксантин бурых морских водорослей.

В ламинариях присутствуют сероводород, триметиламин (ТМА), низкомолекулярные жирные кислоты, органические кислоты, карбонильные соединения, терпены; все эти соединения формируют специфический запах водорослей.

Благодаря способности бурых водорослей аккумулировать и концентрировать минеральные вещества их содержание в слоевищах в десятки, сотни и даже тысячи раз выше, чем в морской воде.

Количество минеральных элементов весьма разнообразно и составляет более 30 наименований.

Минеральные вещества ламинарий присутствуют в виде электролитов, нерастворимых солей и частично в виде металлоорганических соединений.

Из водорастворимых солей ламинарий преобладают хлористый и сернокислый калий, из нерастворимых — углекислые и сернокислые соли кальция.

Среди других водорослей ламинарии в большей степени способны накапливать такие физиологически важные компоненты, как калий и йод.

Йод в водорослях присутствует в основном в форме йодидов и в виде йодорганических биологически более ценных соединений (20–25 %).

Бурые водоросли способны накапливать заметные количества меди. В них обнаружены следы сурьмы, свинца, золота, хрома.

Химический состав ламинарий зависит от их вида, сезона добычи, места произрастания.

Содержание сухих веществ ламинарий колеблется от 9 до 27 %. Минимальное количество их наблюдается в зимне-весенний период, максимальное — в летне-осенний.

Максимальное содержание минеральных элементов наблюдается в мае, минимальное — в марте и сентябре.

Выращивание морской капусты на морских плантациях позволяет получать сырье высокого качества, обеспечивая его сбор в наиболее благоприятный период.

Наиболее высокое качество культивируемой у нас морской капусты (Японское море) по химическому составу наблюдается при ее выращивании у поверхности моря в период вторичного интенсивного роста, приходящегося на октябрь — июнь второго года развития.

В слоевищах содержание азотистых веществ распределено неравномерно: в нижней части водоросли их в 1,5–2 раза больше, чем в верхушечной.

Химический состав бурых водорослей обуславливает их ценность как сырья для промышленной переработки (рис. 8).

Бурые водоросли служат сырьем для получения в первую очередь ценных промышленных препаратов — альгината натрия, маннита, ламинарина, фукоидана.

Как самостоятельный технический продукт находят применение сухие измельченные водоросли, используемые в кондитерской промышленности и медицине.

В пищевых целях широко используют такие бурые водоросли, как ламинария японская, ламинария сахаристая, ундария, нереоцистис луэкеана.

Большая часть полисахаридов бурых водорослей недоступна пищеварительным ферментам человека. Пищевое значение бурых водорослей определяется главным образом высоким содержанием экстрактивных

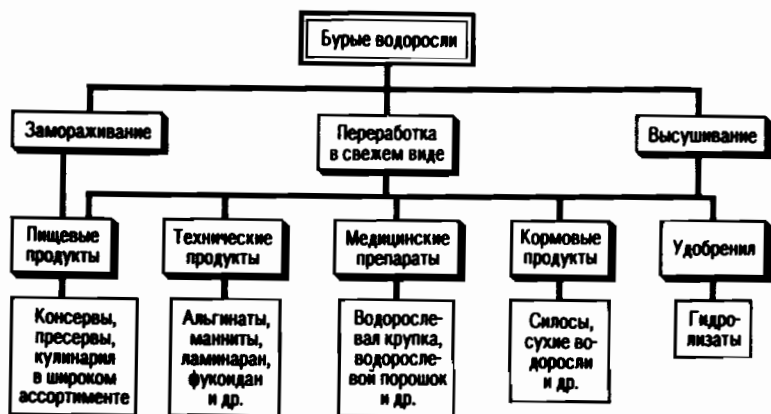


Рис. 8. Схема переработки бурых водорослей

азотистых веществ и в первую очередь свободных аминокислот. Имеются технологические особенности бурых водорослей.

Белки ламинарии усваиваются лишь на 37–67 %.

Катионо-анионный скор важнейших в питании элементов бурых водорослей несбалансирован. Эту особенность водорослей следует учитывать при направлении их для пищевого использования.

В бурых водорослях находится избыточное количество калия, магния, серы и особенно хлора. Значительное количество йода может служить причиной гипертириоза при употреблении в пищу сырых водорослей.

Вкусовые качества ламинарий определяются в основном наличием свободных аминокислот, из них особая роль принадлежит глутаминовой кислоте.

В морской капусте содержится альгиновая кислота, которая хотя и не усваивается организмом человека, но выполняет важные функции по выведению из организма натрия, радиоактивных стронция и кадмия и накоплению калия. Фармакологическое действие морской капусты заключается также в улучшении моторики кишечника из-за высокого содержания клетчатки, а также способности ее улучшать рост волос.

Бурые водоросли используют для корма сельскохозяйственным животным в сыром, сушеном, силосованном видах. В виде различных жидких препаратов (гидролизатов) бурые водоросли применяют как удобрение в теплицах.

Красные водоросли (багрянки). Извлеченные из воды, они содержат 87 % влаги. Сухие вещества багрянок представлены органическими (67–90 %) и минеральными (10–33 %) соединениями.

У красных водорослей весьма разнообразен состав полисахаридов, обладающих сильно выраженными гидрофильными свойствами.

Гидрофильные полисахариды содержатся в количестве от 10 до 55 % сухих веществ и максимально накапливаются в период наиболее интенсивного фотосинтеза. Они являются смесью ассоциированных полимеров (в основном галактозы), содержащих в молекулах эфирсвязанную серу.

Полиозы, выделенные из гелидиума и грацилярии, представляют собой смесь полимеров L- и d-галактозы, содержащих серу и имеющих молекулярную массу от 100 000 до 200 000.

В состав полиоз филлофоры входят d-галактоза, d-фруктоза и d-глюкоза.

Комплекс полисахаридов, извлекаемый из водоросли хондрус (*Chondrus orisus*), получивший название каррагинина, состоит из двух фракций: λ-каррагинина и κ-каррагинина, молекулярная масса которых соответственно 500–700 тыс. и около 300 тыс. Каррагинины состоят из d-галактозы, эфирсвязанной серы и катионов кальция; λ- и κ-каррагинины различаются по содержанию серы и кальция, а также по железирующей способности.

Из ряда других красных водорослей выделены полисахариды: ксилан, состоящий из остатков d-ксилозы; иридофитин, являющийся полимером d-галактозы и содержащий этерифицированную серу и натрий.

Содержание целлюлозы, внеклеточного структурного компонента красных водорослей зависит от вида и периода сбора водорослей и изменяется от 1 до 16 % общего количества сухих веществ.

С уменьшением содержания целлюлозы слоевища багряннок становятся менее жесткими.

Красные водоросли в отличие от бурых не содержат альгиновой кислоты и ламинарина.

Содержание общего азота красных водорослей зависит от вида и периода года и колеблется от 1,2 до 7,8 % сухих веществ.

У большинства видов багряннок общий азот представлен белковым азотом (80—95 %). Белки красных водорослей имеют низкое содержание незаменимых аминокислот и несбалансированный их состав с преобладанием моноаминокислот, устойчивых к действию пепсина (усвояемость 67—70 %), что свидетельствует об их низкой пищевой и биологической ценности.

Небелковые азотистые вещества багряннок составляют 2—34 % общего азота. Максимальное количество их содержится в порфире, хондрусе, родимении, минимальное — в грателупии.

Небелковые азотистые вещества красных водорослей представлены в основном свободными аминокислотами, состав которых различен у разных видов водорослей.

Большой интерес представляют свободные аминокислоты порфиры, в сухом веществе которой их содержится до 3400 мг на 100 г. В состав свободных аминокислот (в основном порфиры) входят аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, что обуславливает приятные вкусовые свойства наваров из этой водоросли.

Отличительная особенность свободных аминокислот порфиры — наличие триптофана и треонина, не входящих в состав свободных аминокислот других видов багряннок.

Для разных видов красных водорослей характерно присутствие специфических азотистых соединений, которые не обнаружены в наземных растениях.

По содержанию незаменимых аминокислот и их сбалансированности белки багряннок неполноценны в пищевом отношении.

Содержание растворимых в эфире веществ (липидов) у разных видов багряннок в различные периоды колеблется от 0,2 до 3,1 % сухих веществ. Минимально содержание липидов в холодный период, а летом оно достигает максимума.

Липиды багряннок не содержат насыщенных жирных кислот.

При обработке сырых водорослей острым паром в полученном дистилляте обнаруживаются летучие вещества: низкомолекулярные жирные кислоты и карбонильные соединения. Например, среди летучих веществ

порфиры обнаружены: муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая кислоты.

Пигменты багрянок составляют фикоэритробилины. Они легко образуют окрашенные комплексы со специфическими белками — фикоэритрином (красный) и фикоцианином (синий).

В порфире обнаружены по два типа фикоэритрина и фикоцианина с максимумами поглощения; для фикоэритринов 495 и 565 и для фикоцианинов 617 и 555 мкм.

Красные водоросли по уровню накопления витаминов группы В превосходят бурые и зеленые.

Содержание витаминов в багрянках колеблется в широких пределах.

В гелидиуме, грацилярии и порфире содержание витаминов составляет (мг на 100 г сухого вещества): тиамин (B_1) 0,05–0,46; адермин (B_6) 0,1–1,3; фолиевая кислота (B_c) 0,01–0,08; биотин (Н) 0,004–0,03; липоевая кислота 0,02–0,1; холин 24–480; инозитол 5,5–62,0; кобаламин (B_{12}) 0,002–0,029; витамин С 3–830; каротин 0,05–26,4; ниацин (РР) 0,8–6,8; пантотеновая кислота 0,1–1,3.

В багрянках присутствуют стеролы (0,01–0,05 % сухих веществ). Среди стеролов у большинства багрянок преобладает холестерол, но у некоторых красных водорослей присутствуют демостерол, дегидростерол, холестеран.

Красные водоросли содержат нуклеотиды (АТФ, АДФ, АМФ, ИМФ), суммарное количество которых составляет 0,6 мкмоль на 1 г сырого вещества.

Комплекс гликолитических ферментов багрянок включает дегидрогеназу яблочной кислоты.

У многих видов багрянок обнаружены активные каталазы, карбогидразы, оксидазы, в порфире — протеиназы.

Минеральные вещества составляют 10–33 % сухих веществ красных водорослей, что ниже, чем у бурых, но почти такое же, как у зеленых.

Особенностями минерального состава багрянок являются преобладание количества калия над натрием, высокое содержание кальция, магния и серы. Сера присутствует в большей части в органической форме.

Содержание йода у большинства багрянок не превышает 0,08 % сухого вещества, однако в филофоре оно достигает 0,6 %. До 40 % йода от общего его количества находится в багрянках в органической форме.

Содержание брома в сухом веществе красных водорослей не более 0,01 %, однако некоторые их виды способны накапливать до 0,08 % — хондрусы, до 3 % — родомела и даже до 6 % — одонталии.

Содержание меди составляет 2–9 мг на 100 г сухого вещества. На примере порфиры, произрастающей в Хиромском заливе, показано, что водоросль активно накапливает радиоизотопы.

Содержание минеральных веществ в багрянках изменяется в течение

ние года значительно, причем минимально в летний и максимально в зимне-весенний периоды.

Красные водоросли служат источником получения студнеобразующих веществ: агара, каррагинина, фуцеллерана и др. Кроме того, из красных водорослей вырабатывают водорастворимые клееподобные вещества, используемые в текстильной промышленности.

Агары — природные полимеры, ограниченно набухающие в воде, с сильно выраженными гидрофильными свойствами и высокой желирующей способностью.

Агароиды — природные полимеры, неограниченно набухающие в воде, способные в концентрациях 3–5 % желировать. Более слабые водные растворы этих продуктов являются отличными стабилизаторами и загустителями.

Наиболее важными и ценными агароносами в мировой агаровой промышленности являются многочисленные виды гелидиевых, грацилярии, зухеумы и анфельции.

Агароподобные вещества, или агароиды, получают из разнообразного видового состава багрянок, к которым относятся хондрусы, филлофора, фуцеллярия.

Значительное количество красных водорослей используется за рубежом (Япония, Южная Корея) в пищевых целях. Как пищевое сырье наибольшее значение имеют красные водоросли порфира и родомения, а также кхондрус, гигартина, иридея и грацилярия. Из красных водорослей получают таурин высокой степени очистки, который используют в пищевой промышленности.

Использование красных водорослей в качестве кормов для животных ограниченное. Водоросли используют во время отлива на образующихся морских пастбищах (Исландия), а также заготавливают в сухом виде. Особенностью состава красных водорослей, затрудняющей использование их в качестве корма, является содержание углеводбелковых комплексов, очень устойчивых к воздействию протеолитических ферментов животных, в связи с чем корма усваиваются животными плохо. Более того, сульфогалактозные полимеры оказывают ингибирующее действие на протеолитические ферменты. Однако специальная обработка, обеспечивающая разрушение связи между белком и углеводной группой, позволяет использовать красные водоросли в качестве корма весьма эффективно. В качестве кормов можно использовать и отходы красных водорослей после удаления из них ценной части — агара. Высококачественные корма получают путем гидролиза отходов в кислых и щелочных средах для улучшения доступности белковой части, а также путем кислотного гидролиза углеводов для получения моносахаров, используемых для выращивания дрожжей.

Отходы переработки водорослей служат сырьем для получения химических препаратов — оксиметилфурфурола и левулиновой кислоты.

Зеленые водоросли. В них содержится 80–84 % воды и 16–20 % сухих веществ, основную массу которых составляют органические соединения. До 80 % органических веществ зеленых водорослей составляют соединения гемицеллюлозного характера.

Из сахаров в зеленых водорослях встречаются в небольших количествах сахароза, фруктоза, глюкоза, галактоза, ксилоза (0,4–1,2 %).

В сухих веществах некоторых зеленых водорослей (ульва) обнаружены пентозаны в виде зерен крахмала, близкие по рентгенограмме к строению картофельного крахмала.

В зеленых водорослях содержится незначительное количество клетчатки (2,0–6,5 % сухих веществ).

В полисахаридах зеленых водорослей преобладают в качестве структурных единиц рамноза или ксилоза.

Содержание общего азота в зеленых водорослях изменяется от 1,3 до 5,5 % сухих веществ. Общий азот представлен главным образом белком. Небелковый азот составляет 10–20 % общего азота. По содержанию незаменимых аминокислот белки зеленых водорослей несбалансированы, их усвояемость не превышает 61 %.

Липиды зеленых водорослей составляют 0,6–2,9 % сухих веществ. В их состав входят насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты.

Из летучих органических веществ в сырых зеленых водорослях обнаружены терпены (пинен, лимонен, линалол, терпинеол, карвон) и карбонильные соединения (фурфурол и метилфурфурол).

Среди пигментов зеленых водорослей присутствуют α - и β -хлорофилл и каротин.

В зеленых водорослях присутствуют нуклеиновые кислоты (РНК) и витамины группы В, витамин D, каротин, токоферол.

В стеролах зеленых водорослей идентифицированы эргостерол, полифастерол, хондрин.

Содержание минеральных веществ в зеленых водорослях колеблется от 10 до 34 % сухих веществ в зависимости от вида, а также времени года.

В некоторых видах зеленых водорослей избирательно накапливаются отдельные элементы. Например, энтероморфа способна накапливать до 180 мг на 100 г меди, а ульва не более 5 мг на 100 г в одинаковых условиях.

В странах Юго-Восточной Азии зеленые водоросли используют в пищевых целях (ульву, каулерпу, энтероморфу, монострому) в комбинации с другими продуктами.

Зеленые водоросли могут быть использованы в пищу в сыром виде при нормальных санитарно-гигиенических условиях.

Зеленые водоросли используют как кормовые продукты, ценность которых в первую очередь определяют легкоусвояемые углеводы, содержащиеся в них минеральные вещества и витамины, а затем белковые вещества, степень использования которых животными невысокая.

Зеленые водоросли способны активно поглощать растворенные в воде органические и неорганические вещества.

В связи со способностью аккумулировать микроэлементы в зависимости от их концентрации в окружающей воде и водорослях возможно накопление токсичных доз цинка, меди, ртути, мышьяка, если в водоемы систематически поступают промышленные стоки, загрязненные этими веществами.

Водорослям принадлежит важное место в распространении, переносе и трансформации ПХД и хлорорганических пестицидов.

Водорослевые полисахариды характеризуются довольно широким спектром биологической активности. В частности, каррагинин ингибирует вирусы гриппа. Агар, агароид, каррагинин и сульфатированный ламинарин проявляют противокоагуляторный фактор, удлиняя время свертывания крови.

Наибольший интерес в фармакологическом отношении представляют отдельные стерины, способные понижать содержание холестерина в крови, повышать концентрацию фосфолипидов в плазме. При комплексном использовании водорослей предполагается, что получение стеринов будет экономически целесообразным.

Сильным противомикробным и противогрибковым действием обладают галлоидированные лактоны, выделенные из морских водорослей. Многие терпеноиды водорослей являются природными гербицидами, антибиотиками и фунгицидами. К группе биологически активных веществ морских водорослей относятся кетоны, альдегиды, жирные кислоты, спирты, аминокислоты и их галлоидные производные. Среди них известны соединения противомикробного, ранозаживляющего, гипохолестеринемического действия. Антибиотическое действие водорослей часто обусловлено присутствием жирных кислот. Широким спектром действия характеризуется акриловая кислота, возможным предшественником которой может быть диметил- β -пропиотетин.

Морские травы. Морские травы в сыром виде содержат влаги 75–80 %, сухих веществ от 20 до 25 % общей массы. Сухие вещества морских трав состоят из органических (74–88 %) и минеральных (12–26 %) веществ.

Основное количество органических веществ морских трав представлено полисахаридами: целлюлозой, пентозанами, зостерином.

Из целлюлозы морских трав можно получать картон и бумагу.

Зостерин — пектиноподобный полисахарид, гетерогенный полимер, содержащий галактуриновую и глюкуроновую кислоты и гексозы.

При взаимодействии с гидратами окислов щелочных металлов зостерин образует водорастворимые зостераты, в частности зостераты натрия, калия, аммония, которые представляют собой гидрофильные коллоиды, образующие вязкие растворы.

Содержание азотистых веществ в морских травах практически стабильно и составляет 0,8–3,0 % сухих веществ.

Минеральные вещества морских трав составляют 13–22 % сухого вещества и представлены в основном водорастворимыми солями, среди которых преобладает хлористый натрий. Нерастворимые соли состоят из карбоната и сульфата кальция и кремнезема. Присутствие мельчайших частиц кремнезема в морской траве zostере позволяет использовать ее порошок в качестве полировочного материала.

Морские травы широко применяют для производства теплоизолирующих, набивочных и упаковочных материалов.

Морские травы интересны как кормовые продукты благодаря высокому содержанию биологически активных веществ и микроэлементов, особенно железа. Кормовая ценность морских трав повышается при предварительной их обработке.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. К важной составляющей технологической характеристики беспозвоночных относятся выход съедобной части и содержание в ней белка. Расположите в ряд беспозвоночных по возрастанию (или убыванию) величины этих признаков.

2. Структура съедобных тканей беспозвоночных во многом определяет ее консистенцию. Приведите примеры беспозвоночных, отличающихся наиболее сложной и наиболее простой структурой тканей, и сопоставьте их консистенцию.

3. Ткани рыб, беспозвоночных и водорослей способны аккумулировать из воды минеральные вещества и содержат их в значительно больших концентрациях, чем окружающая среда. Способность эта избирательна. Приведите примеры веществ, по накоплению которых ткани рыб, беспозвоночных и водорослей различаются наиболее значительно.

Глава 3. ПОСМЕРТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЫРЬЕ. ПРИНЦИПЫ ЕГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Рыбы и беспозвоночные животные, извлеченные из воды, остаются в течение некоторого времени живыми. Лишившись естественной среды обитания, они не в состоянии поддерживать жизненные функции в течение длительного времени. Гибель промысловых объектов наступает в результате удушья (асфиксии).

Происходящие в предсмертный период изменения состава тканей рыбы оказываются незначительными, чтобы существенно отразиться на их пищевой ценности. Практически рыбу в момент непосредственно после засыпания можно отнести к сырью, находящемуся в состоянии безупречной свежести.

Процессы, происходящие в рыбе после ее засыпания, называются посмертными. Они протекают довольно быстро, проявляясь в изменении химического состава тканей, их гистологической структуры, физических и органолептических свойств, что в совокупности и составляет качество рыбы как сырья для переработки.

§ 18. Стадии посмертных изменений

Характер посмертных изменений на разных временных этапах имеет особенности, которые и положены в основу разделения всего процесса на отдельные этапы. Различают четыре последовательно протекающих периода посмертных изменений: отделение слизи, посмертное окоченение, автолиз и бактериальное разложение.

Классификация посмертных изменений не носит бесспорного характера.

К недостаткам ее относится, во-первых, отсутствие единых критериев, на основании которых проводится градация состояний рыбы. Так, первые два периода — отделение слизи и посмертное окоченение — выделены на основании различного поведения тканей, определяемого по внешнему виду рыбы. Однако ткани рассматривают разные: кожу и мышцы. Когда в период отделения слизи определяют состояние кожных покровов, изменения мышечной ткани остаются вне поля зрения.

В период посмертного окоченения, напротив, из характеристики полностью исключают дальнейшие изменения количества слизи, как несущественные.

Во-вторых, недостатком классификации является то, что последующие стадии — автолиза и бактериального разложения — классифицируют уже на другом основании — причинах, вызывающих изменения, и относят ко всем тканям и органам рыбы.

В-третьих, классификация несколько относительна потому, что между каждой стадией посмертных изменений нет четких разграничений во времени и они протекают не одновременно в отдельных участках тела рыбы.

В то же время отдельные этапы посмертных изменений в сырье достаточно сопоставимы с качеством рыбы, и классификация находит применение в рыбной промышленности.

Отделение слизи. В отличие от тонкого и прозрачного слоя слизи у живой рыбы поверхность уснувшей рыбы покрывается значительным количеством слизи, составляющим до 2—3 % массы ее тела, однако у некоторых видов камбал она достигает 15—18 %. Процесс обильного выделения слизи протекает в течение непродолжительного времени и прекращается перед наступлением посмертного окоченения. Рыба, только что извлеченная из воды, имеет запах морских водорослей.

В выделившейся слизи свежевывловленной рыбы при участии ферментов уже образуются гидроперекиси и летучие ароматические вещества (ЛАВ), обуславливающие специфический рыбный запах. Предшественниками летучих ароматических веществ являются жирные кислоты, в частности арахидоновая и эйкозапентаеновая, при этом в качестве промежуточных продуктов вероятно образование соединений простагландинов и гидроперекисей.

Образование летучих ароматических веществ является ответной реакцией рыб на стрессовые ситуации в процессе ее лова, механические воздействия, резкие изменения температуры и др.

Образование летучих ароматических веществ в выловленной рыбе может оказывать отрицательное воздействие на стойкость рыбы при дальнейшем хранении, так как гидроперекиси инициируют цепные реакции окисления жира.

Окочение. Посмертное окочение характеризуется затвердением мускулатуры, которое по времени наступает у большинства видов, начиная от головы и заканчивая хвостом рыбы.

Период посмертного окочения рыб включает отдельные этапы: начало окочения, начало полного окочения, максимум окочения, начало расслабления, конец расслабления. По внешнему проявлению и химизму процессов посмертное окочение практически идентично двигательному сокращению живой мышцы. Молекулярный механизм сокращения мышц основан на взаимодействии миозиновых и актиновых филаментов.

Взаимодействие миозина с актином, который всегда присутствует в тех объектах, где обнаружен миозин, является универсальным механизмом, обеспечивающим различные формы биологической подвижности. Участие миозина в двигательных процессах обеспечивается тремя основными его свойствами: способностью участвовать в самосборке с образованием хорошо упорядоченных филаментов; способностью специфически взаимодействовать с актином; способностью расщеплять АТФ.

Молекула миозина может быть схематически представлена как стержневая часть и головка. Стержневая часть, закрученная в двойную спираль, прямая и жесткая, способна изгибаться только в двух местах. Эти участки называются "шарнирными" и отличаются от остальной части нарушенной структурой спирали (рис. 9).

На N-конце стержневой части спиралей миозина имеются глобулярные головки грушевидной формы. С головками миозина ассоциированы легкие цепи (по две с каждой головкой). Они располагаются вдоль

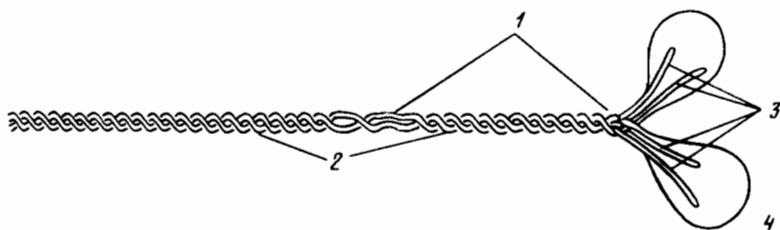


Рис. 9. Схематическое изображение структуры молекулы миозина:

1 — шарнирные участки; 2 — стержневая часть; 3 — легкие цепи; 4 — головки

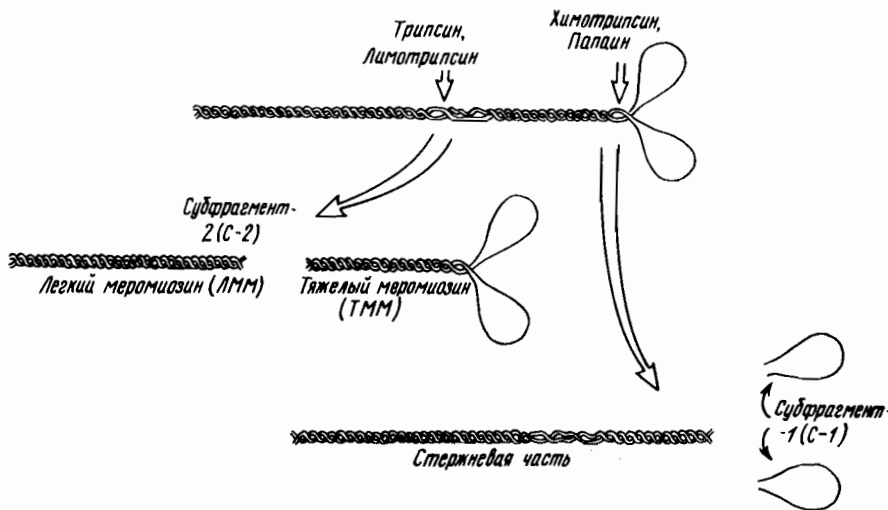


Рис. 10. Схема фрагментации молекулы миозина протеолитическими ферментами

длинной оси головки и частично покрывают и "шарнирный" участок между головками и стержневой частью.

Один из "шарнирных" участков, расположенный в стержневой части миозина, дает ей возможность изгибаться в этой области, а другой — обеспечивает высокую подвижность головок.

"Шарнирные" участки молекул миозина являются наиболее чувствительными местами к действию протеолитических ферментов. При протеолизе одного из них, расположенного в стержневой части, молекула миозина расщепляется на С-концевой фрагмент стержневой части, называемый легким меромиозином (ЛММ), и фрагмент стержневой части, несущий обе головки, — тяжелый меромиозин (ТММ) (рис. 10).

Для получения этих миомеров используют трипсин или химотрипсин в присутствии двухвалентных катионов, или 0,6 М NaCl.

При протеолизе другого "шарнирного" участка, расположенного между стержневой частью и головками, получают в изолированном виде стержневую часть миозина и головки, называемые субфрагментом-1 миозина (C-1). Для этих целей используют папаин или химотрипсин при отсутствии двухвалентных катионов и низкой ионной силе.

Главная функция стержневой части миозина состоит в сборке молекул миозина при физиологических значениях ионной силы в хорошо упорядоченные биполярные филаменты. Молекулы миозина в центре филамента агрегируют биполярно, "хвост к хвосту", а головки направлены в противоположные стороны. В результате такого расположения образуется "голая зона" молекулы, не несущая головок. По обе сторо-

ны от "голой зоны" молекулы миозина упакованы полярно, "хвост к голове" (рис. 11).

Остов филамента образован стержневыми частями молекул миозина (главным образом ЛММ). Головки выступают наружу в виде "поперечных мостиков", регулярно расположенных на поверхности филамента и способных вступать во взаимодействие с актиновыми филаментами.

С головками связаны главные свойства миозина: АТФ-азная активность и способность взаимодействовать с актином. Миозиновая головка состоит из трех стабильных доменов, соединенных между собой короткими участками, наиболее подверженными протеолизу (рис. 12).

В головке имеются два участка связывания актина. Благодаря пространственной конфигурации головки в виде петли в формировании активного центра АТФ-азы принимают участие, по-видимому, функциональные группы аминокислотных остатков всех трех структурных доменов.

В мышечном волокне миозиновые и актиновые филаменты упакованы параллельно. Актин в мышечном волокне находится в фибриллярном виде. G-актин, имеющий глобулярную форму молекулы, в присутствии солей превращается в фибриллярный F-актин.

G-актин состоит из одной полипептидной цепи. Нити F-актина имеют полярную структуру, что обусловлено асимметричной структурой G-актиновых субъединиц.

В поперечно-полосатой мышце F-актин образует стабильные структуры — тонкие нити постоянной и строго определенной длины (рис. 13).

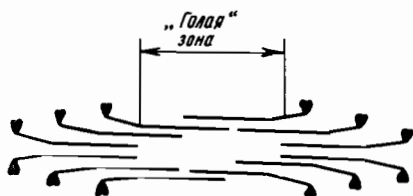


Рис. 11. Агрегация молекул миозина в биполярный филамент

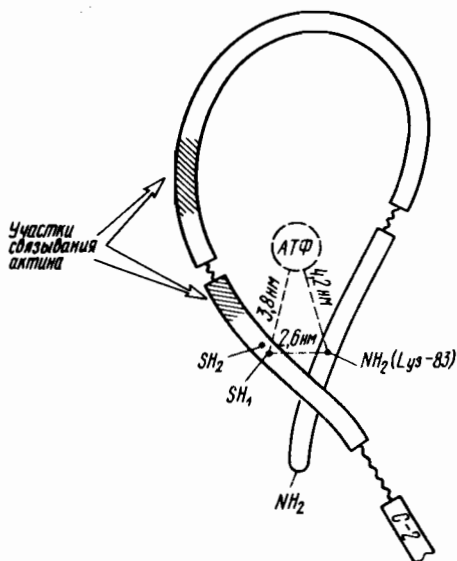


Рис. 12. Схематическое изображение пространственной конфигурации головки миозина и расположения доменов в ней. Пунктиром обозначено предполагаемое положение активного центра АТФ-азы и его расстояние от функциональных групп аминокислотных остатков

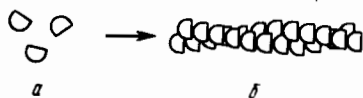


Рис. 13. Полимеризация актиновой нити:

а — G-актин; б — F-актин

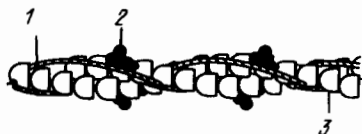


Рис. 14. Схема структурной организации тропонина и тропомиозина в тонкой нити актина:

1 — тропомиозин; 2 — тропонин; 3 — актин

F-актин активирует АТФ-азу миозина, что создает движущую силу, вызывающую скольжение тонких и толстых нитей. Помимо этой функции, актину отводится в основном механическая роль в мышечном сокращении. Тонкая нить актина связана с двумя белками: тропомиозином и тропонином. Тропомиозин по своей структуре представляет собой сверхспираль. Молекулы тропомиозина охватывают нить актина, образуя длинную непрерывную и гибкую структуру, которая как бы оплетает актиновую спираль (рис. 14).

Тропонин подразделяется на три белковых компонента. В соответствии с выполняемой функцией компоненты тропонина получили следующие названия: Ca^{2+} — связывающий компонент — тропонин С; компонент, способный ингибировать АТФ-азу актомиозина, — тропонин I; компонент, взаимодействующий с тропомиозином и прикрепляющий тропонин к тонкому филаменту, — тропонин Т.

Тропонин представляет собой эквимольный комплекс всех трех компонентов. Замыкание актомиозинового мостика может влиять на параметры связывания Ca^{2+} тропонином. Тропонин С не способен взаимодействовать ни с актином, ни с тропомиозином. Тропонин I образует прочный комплекс с тропонином Т, являющимся самым крупным компонентом тропонина. В отличие от двух других компонентов тропонина он не обладает легко измеряемой активностью и, очевидно, выполняет структурную роль, прикрепляя другие компоненты тропонина к актиновому филаменту.

Соотношение белков тонкого филамента таково, что на семь мономеров актина приходится один тропониновый комплекс и один димер тропомиозина.

Механические проявления мышечного сокращения энергетически и по времени взаимосвязаны с химическими процессами, происходящими в мышце одновременно.

Источником энергии для мышечного сокращения служит реакция дефосфорилирования АТФ, которая проходит на головках (С-1) миозинотвой нити и активируется актиновой нитью. Физиологическим агентом, ответственным за активацию сокращения мышцы, является Ca^{2+} , кон-

центрацию которого в саркоплазме регулирует саркоплазматический ретикулум.

Саркоплазматический ретикулум образован выпячиваниями плазматической мембраны мышечного волокна внутрь клетки. Он включает в себя полости в виде трубочек, наполненных Ca^{2+} , и находится в непосредственной близости от сократительного аппарата мышечного волокна. Возбуждение саркоплазматического ретикулума стимулирует выброс ионов Ca^{2+} из трубочек, который путем диффузии за кратчайшее время доставляется к местам запуска процесса сокращения. Через несколько секунд после инициации сокращения активируется гликолиз и осуществляется синтез АТФ путем фосфорилирования на уровне субстрата.

В мышцах Ca^{2+} -зависимая регуляция взаимодействия актина и миозина осуществляется тропонином и тропомиозином. Димер тропомиозина выполняет функцию усилителя и доставляет сигнал, индуцированный связыванием Ca^{2+} с тропонином, до каждого мономера актина. В зависимости от концентрации Ca^{2+} тропомиозин располагается либо на периферии, либо в глубине канавки, образованной спирально расположенными мономерами актина. Находясь на периферическом положении, тропомиозин делает невозможным взаимодействие актина с миозином. При перемещении тропомиозина в глубь канавки открываются участки взаимодействия актина с миозином и становится возможным сокращение.

В это время при активации волокна область С-2 миозина за счет конформационных изменений в "шарнирном" участке между С-2 и ЛММ отходит от поверхности миозинового филамента, приближая головки миозина к актиновым филаментам (рис. 15).

Головки, содержащие в актиновом центре продукты АТФ-азной реакции, присоединяются к актину, в результате чего происходит сброс продуктов АТФ-азной реакции из активных центров головок. На этой стадии головки изменяют свое положение. Это происходит благодаря наличию между головками и стержневой частью "шарнирного" участка, а также, по-видимому, за счет изменения формы связывания миозиновой головки с актином.

Поскольку головки миозина при этом по-прежнему связаны с актином, такое изменение их положения приводит к перемещению актиновых филаментов вдоль миозиновых филаментов. Именно на этой стадии и происходит движение. Впоследствии головки связывают АТФ, отрываются от актина и удаляются от актиновых филаментов, так как область С-2 опять прижимается к поверхности миозинового филамента. В результате каждого цикла миозиновые и актиновые филаменты оказываются перемещенными друг относительно друга в продольном направлении, а мышечные волокна сокращаются. В связи с постоянством объема мышцы при сокращении происходит только увеличение ее поперечного сечения.

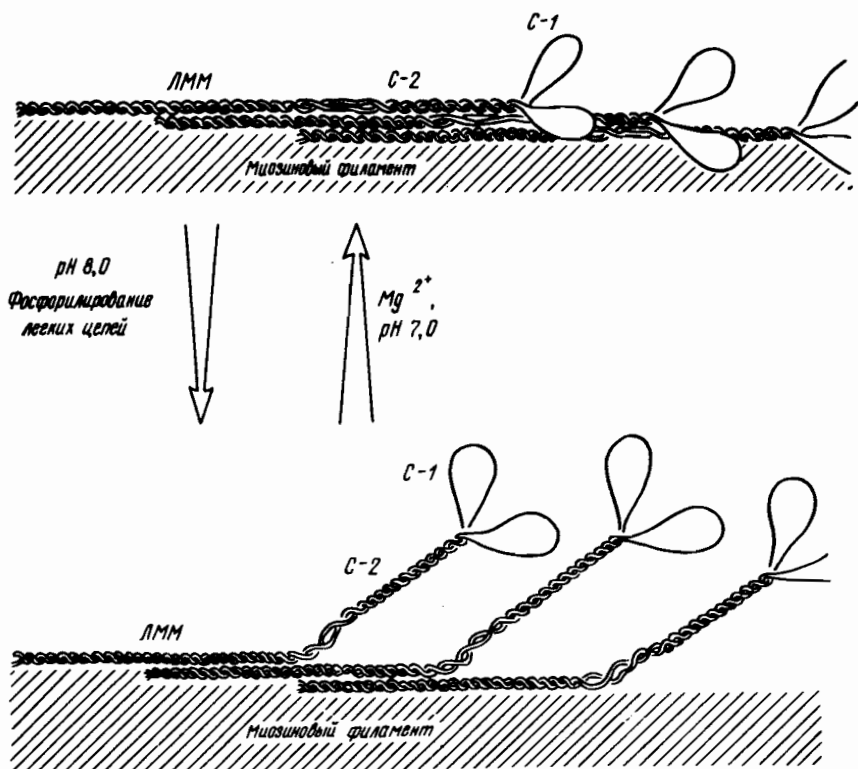


Рис. 15. Схема перемещений области C-2 молекулы миозина относительно поверхности миозинового филамента

Если расходуемый АТФ не восполняется метаболическими процессами, мышца становится жесткой — впадает в состояние окоченения (ригор). В состоянии ригора между актиновыми и миозиновыми нитями существует максимальное количество стабильных связей. Нервное возбуждение распространяется внутрь мышечного волокна вплоть до трубочек саркоплазматического ретикулума и там стимулирует высвобождение ионов Ca^{2+} . Расслабление наступает после активной ресорбции ионов Ca^{2+} саркоплазматическим ретикулумом (рис. 16).

Расслабленные скелетные мышцы легко растяжимы. Актиновые и миозиновые нити в них не взаимодействуют друг с другом. Эластичность мышцы обусловлена мембранами волокон и связанной с мембраной соединительной тканью.

В расслабленном мышечном волокне область C-2 стержневой части миозина вместе с головками прижата к поверхности филамента, образованного областями ЛММ молекул миозина. К длине покоя мышцы воз-

вращаются под действием внешней силы, развиваемой мышцами-антагонистами и некоторыми эластичными структурами внутри самой мышцы.

Изменения, происходящие при окоченении, проявляются разнообразно и отражаются на качестве рыбы. При посмертном окоченении происходит снижение эластичности мяса рыбы (до 20 % первоначальной величины).

Свежая рыба сразу после убоя и до появления начала окоченения характеризуется большим углом прогиба. С началом наступления окоченения угол прогиба подобно эластичности резко уменьшается. Расслабление мышечного волокна сопровождается повышением угла прогиба (рис. 17).

Сокращение мышечной ткани при окоченении происходит и в отделенной от скелета мышце, но в отличие от закрепленной мышцы сопровождается изменением ее размеров и формы (рис. 18), что имеет значение при производстве филе из рыбы до наступления в ее тканях процессов посмертного окоченения. Сокращение филе рыбы в период окоченения составляет 20–30 % его длины. Степень сокращения зависит от вида рыбы, части тела, откуда взята мышечная ткань, температуры тела и других факторов.

Распад гликогена в начальный период окоченения приводит к образованию молочной кислоты и уменьшению pH. Он происходит необязательно до полного расходования гликогена, а в основном до pH 5,4–5,5, при котором инактивируется ферментативная система, обеспечивающая образование молочной кислоты. Однако по количеству оставшегося

Рис. 16. Схема расположения области С-2 молекулы миозина в расслабленной мышце (а) и мышце в состоянии ригора (б):

1 — миозиновый филамент; 2 — актиновый филамент

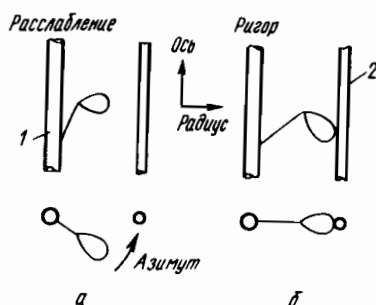
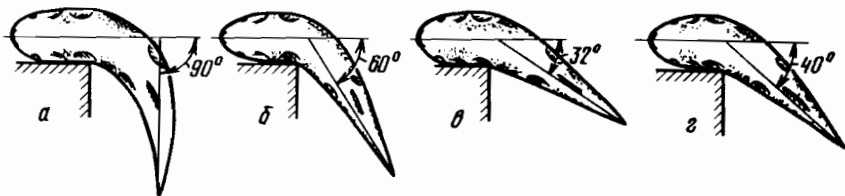


Рис. 17. Зависимость угла прогиба тела рыбы от стадии посмертного окоченения:

а — до наступления окоченения; б — начало окоченения; в — полное окоченение; г — начало расслабления



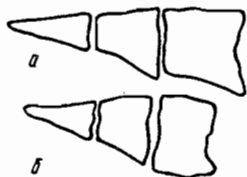


Рис. 18. Размеры и форма различных участков мышц рыбы до (а) и после (б) наступления посмертного окоченения

в мышцах рыб гликогена нельзя судить о глубине прошедших процессов посмертного изменения, так как его количество подвержено исключительно большим колебаниям. Это зависит от обстоятельств, связанных с ловом, способом умерщвления рыбы, ее физиологическим состоянием, определяемым, в свою очередь, факторами внешней среды: температурой, сезонными колебаниями в интенсивности питания, а также периодами воспроизводства и миграции.

По мере развития посмертных изменений рН вновь увеличивается, превосходя первоначальные значения. Несмотря на одинаковый характер изменения рН в посмертный период, имеются особенности, зависящие от исходных значений этого показателя. В большинстве случаев рН мяса неутомленных рыб сразу после их убоя составляет 7,05–7,35, реже 6,2–6,5. В то же время имеются и исключения: рыбы с плоским телом и некоторые другие имеют минимальные величины рН свежего мяса — 5,5. Рыбы с минимальными величинами рН сохраняют качество в течение более длительного периода, чем рыбы с более высокими значениями рН.

Гораздо большее значение, чем распад гликогена и образование молочной кислоты, в период посмертного окоченения рыб имеет гидролиз АТФ. Окоченение мышечных волокон начинается, когда примерно 15 % АТФ гидролизировано.

Скорость распада АТФ в мышцах зависит от вида и физиологического состояния рыбы, а также температуры хранения. При хранении минтая во льду распад 75 % АТФ происходит в течение 1–2 сут, морского окуня и тунца — 7 сут. Предположительной причиной таких различий можно считать неодинаковую скорость освобождения Ca^{2+} из мембранных систем мышечных волокон.

При окоченении наблюдается снижение экстрагируемости сократительных белков солевыми растворами. Происходящие изменения в период анаэробного гликолиза влияют и на саркоплазматические белки, вызывая их частичную агрегацию и потерю растворимости. Саркоплазматические белки рыб в посмертный период подвержены меньшей потере растворимости, чем миофибриллярные.

У высокоактивных рыб (тунцов, некоторых окуней) в период после асфиксии тепло генерируется быстрее, чем отводится, и температура тела заметно повышается, в результате чего могут быть ускорены ферментативные процессы в теле рыбы.

Снижение растворимости миофибриллярных белков рыб под влиянием низких значений рН и повышенной температуры тела в период окоченения характерно только для тех видов рыб, рН мяса которых достигает 5,5, а у рыб, которым не свойственно такое значительное уменьшение рН, например для минтая, подобных изменений белков нет. Характерной особенностью окоченения является снижение ВУС, которое проявляется в отделении мышечного сока. Изменение величины ВУС мяса рыбы в посмертный период, в частности ее уменьшение, связано с рядом факторов, в том числе самым существенным считается сокращение мышечных волокон. К менее значительным факторам относятся изменение рН и приближение его к изоэлектрической точке миозина, увеличение проницаемости мембран. При этом большое значение имеет температура, при которой проходят процессы.

На количество выделяемого при окоченении сока влияет разделка рыбы: мускулатура рыб, не отделенная от скелета, претерпевает меньшие изменения ВУС, чем филе (рис. 19).

Посмертные изменения независимо от вида рыбы проходят в одинаковой последовательности. Однако на время наступления отдельных его периодов и продолжительность их существенно влияют различные факторы: вид рыбы, размер ее, наличие стрессового состояния перед гибелью, способ умерщвления рыбы, температура хранения, способ охлаждения. Продолжительность периодов посмертных изменений в морских рыбах (у рыб, убитых сразу после вылова и хранившихся во льду) составляет: продолжительность от убоя до наступления посмертного окоченения 1–7 ч, продолжительность окоченения 30–120 ч; максимум окоченения приходится на 5–22 ч. У пресноводных рыб продолжительность от гибели до начала окоченения составляет 24–48 ч, продолжительность окоченения – около 72 ч.

При одинаковых внешних условиях продолжительность окоченения зависит от вида рыбы: у подвижных рыб, обладающих интенсивным обменом веществ, посмертное окоченение наступает и заканчивается раньше, чем у малоподвижных, обладающих замедленным обменом веществ. У рыб с плоским телом окоченение наступает медленнее, а протекает быстрее, чем у рыб с торпедообразной формой тела.

Возраст рыбы, а следовательно, и ее размеры сказываются на про-



Рис. 19. Изменение ВУС мяса лосося, хранившегося при температуре 0–2 °C в неразделанном виде (1) и в виде филе (2)

должительности посмертного окоченения: молодые особи подвергаются окоченению быстрее старых.

У рыбы естественной и искусственной популяций наблюдаются различия в скорости протекания посмертных изменений. В рыбе искусственной популяции (на примере красного морского карася) посмертное окоченение начинается раньше, в ее тканях сразу после засыпания содержится гораздо больше молочной кислоты, чем в рыбе естественной популяции. Гидролиз АТФ и накопление продуктов его распада происходят быстрее также у рыбы, выращенной в искусственных условиях.

На продолжительность отдельных этапов окоченения и процесса посмертных изменений в целом наибольшее влияние оказывает снижение температуры хранения улова: снижение ее, например, с 6–12 до 0 °С позволяет увеличить продолжительность окоченения в 2 раза.

Понижение температуры с 20 до 0 °С способствует уменьшению степени сокращения тканей рыбы на 25–50 %. При этом изменяется и степень разрушения ткани, она более значительна при повышенной температуре. Охлаждение рыбы до наступления окоченения способствует сохранению формы, размеров, прочности мышечной ткани и сохранению связи между отдельными волокнами. Влияет на степень сокращения и тип мускулатуры: более чем в 3 раза сильнее сокращаются при окоченении темные мышцы по сравнению со светлыми. Для темной мускулатуры также характерно уменьшение степени сокращения с понижением температуры. Таким образом, для сохранения высоких значений ВУС следует понижать температуру рыбы сразу после ее вылова до наступления посмертного окоченения.

В то же время имеется аномальное трудно объяснимое поведение рыбы при понижении температуры: у морского языка окоченение наступает при более низких температурах раньше, чем при высоких (при 2–3 °С через 30 мин, а при 23–24 °С через 3–8 ч); подобно проходит окоченение в зависимости от температуры и у макрели.

В зависимости от окружающей среды (вода, воздух, лед) окоченение у рыб протекает по-разному: в воде процесс ускоряется на этапе от гибели до наступления окоченения.

Если процесс вылова рыбы включает в себя фазу длительной борьбы с последующей асфиксией, то возникающее стрессовое состояние рыбы влияет на химический состав ее тканей. Утомление живой рыбы перед гибелью сказывается на уменьшении содержания АТФ на 20–50 % по сравнению с рыбой, умерщвленной путем механического повреждения мозга. На процессы, происходящие в мышечной ткани рыбы после ее гибели, влияет способ ее умерщвления. Прокалывание головного мозга только что выловленной рыбы (на примере арипа) приводит по сравнению с изменениями в рыбе, уснувшей в результате асфиксии, к таким особенностям: отодвигается начало наступления процесса окоченения, величина рН мяса достигает минимума значительно позже, медленнее уменьшается содержание АТФ, снижение АДФ наступает только

после полного исчезновения АТФ, а количество АМФ остается невысоким и постоянным в течение длительного времени. Характер изменения содержания инозинмонофосфата от способа умерщвления рыбы не зависит и заключается в начале процесса в увеличении его содержания, а затем в уменьшении при одновременном росте количества гипоксантина.

На степень сокращения мышечной ткани рыб, выловленных тралом, влияет воздействие орудий лова, в частности продолжительность траления и степень наполнения трала. При этом обнаруживается зависимость: чем выше способность к сокращению, тем выше качество сырья. Повреждаемость рыбы может проходить в процессе лова, т. е. во время формирования улова; в процессе подъема улова с глубины к поверхности моря; при подъеме из воды и выливке на палубу; при нахождении рыбы на палубе перед длительным хранением.

Механическая повреждаемость гидробионтов в водорыбной пульпе в процессе формирования улова при специализированном промысле, по-видимому, невелика.

Наиболее сильно травмируется рыба во время подъема трала и выливки улова на палубу. При подъеме трала и особенно в момент отрыва его от поверхности воды сильным нагрузкам подвергаются нижние слои, где рыба мнется, повреждаются кожные покровы ее.

Для большинства видов рыб отрицательно сказывается на качестве сырья длительность траления. Степень снижения качества по времени траления для разных видов рыб неодинакова. Отмечена зависимость между размером рыб и снижением ее качества при тралении в течение различного времени: мелкая рыба подвержена большим изменениям, чем крупная. При этом оказывает влияние и степень активности рыбы в трале. Рыба, качество которой снижается быстрее в трале, быстрее портится и при хранении на палубе. Для некоторых видов рыб характерна неоднородность их качества: в одном улове одновременно встречаются особи совершенно свежие и почти неприемлемые в пищу (сабля-рыба, желтохвост).

Степень повреждаемости рыб зависит не только от их вида, но и от присутствия в уловах крупных особей, способных травмировать основной улов, а также скорости подъема трала. При резком подъеме с глубины рыбы получают тяжелые травмы вплоть до выброса внутренностей, разрыва мышечной ткани и т. д. Для уменьшения отрицательных последствий резкой смены глубины возможно использование специальных режимов подъема, обеспечивающих декомпрессию. Скорость подъема трала меняется ступенчато с учетом времени на адаптацию рыб на каждом горизонте. Для некоторых тресковых время полной декомпрессии определяется временем резорбции газа из пузыря и составляет 5 ч. У большинства закрытопузырных рыб декомпрессия на 50—60 % происходит в течение первого часа подъема (после двукратного уменьшения давления). Остальное время остановок должно подбираться для каж-

дого вида рыб. Рыбы, поднятые из глубины таким способом, полностью сохраняют жизнеспособность. Для обеспечения качества рыбы продолжительность декомпрессии может быть значительно сокращена.

Снижение отрицательного влияния процесса добычи рыбы и других объектов может быть получено при правильной организации и квалифицированном выполнении всех операций лова, совершенствовании орудий и методов лова, например путем создания новых тралов, своевременной переборки пассивных орудий лова, ограничения продолжительности траления и величины улова, а также подбора сетных полотен.

Для некоторых рыб установлены критические значения степени сокращения мышц, ниже которой не рекомендуется использовать их с целью замораживания: для скумбрии 12, ставриды 11, хека 7,5 %.

В настоящее время не существует нормативов на предельно допустимый уровень содержания молочной кислоты в мышцах выловленных рыб, введение которого способствовало бы улучшению качества рыбы в период лова. Летальный порог содержания молочной кислоты в мышцах для вылова тралом пикши известен и составляет 100, для лососевых — 125 мг на 100 г.

Автолиз. Окончание процесса окоченения проявляется в расслаблении ткани, восстановлении микроскопической структуры мышечных волокон (при этом могут наблюдаться и нарушенные волокна). На стадии расслабления происходит повышение pH, ВУС, растворимости белков, что положительно сказывается в целом на качестве мяса рыбы.

Процесс окоченения подготавливает мышечную ткань к автолизу — ферментативному распаду. В окоченении кислая среда привела к облегчению выхода протеолитических тканевых ферментов. В период автолиза основные изменения связаны с гидролизом белков и липидов. Переход рыбы из стадии окоченения в автолиз вызывает увеличение активности пептидгидролаз мышечной ткани в щелочной зоне pH. Это увеличение сопровождается уменьшением активности пептидгидролаз внутренностей.

Автолитические изменения затрагивают мышечные белки, белки соединительной ткани, в том числе и жировой. В рыбе протеолиз начинается с тканей, богатых ферментами: в местах скопления крови, желудочного и панкреатического соков. В результате протеолиза повышается проницаемость оболочек внутренних органов и ферменты проникают в брюшную полость, где контактируют с тканями брюшка, ускоряя проникновение их в мышечную ткань.

У некоторых рыб (японской скумбрии — макрели) в желудке имеются своеобразные каналы, по которым происходит обмен веществ с мышечной тканью, что способствует протеканию ряда процессов. Гистамин, накапливающийся в мясе, проникает в желудок и повышает относительную активность пепсина, который попадает из желудка в мясо и, в свою очередь, ведет к быстрому размягчению мышечной ткани.

Протеолиз вызывает глубокие изменения белков и тканей в целом, размягчая их, расслаивая по септам, ослабляя связь с костями и кожей. В то же время изменения, указанные выше, не приводят к порче рыбы.

Первоначальное гидролитическое расщепление белков рыб связано с действием тканевых ферментов. Под действием эндопептидаз белки расщепляются до пептонов и полипептидов. Затем экзопептидазы гидролизуют их до свободных аминокислот (САК).

Одновременно проходит ферментативное дезаминирование аминокислот под действием дезаминазы с образованием и накоплением аммиака. При этом происходит восстановление ТМАО в ТМА. В период протеолиза рН тканей не достигает оптимума действия протеолитических катепсинов и ферментов внутренностей рыб и процесс идет сравнительно медленно.

Содержание САК в мышцах рыб в процессе протеолиза увеличивается в 3–7 раз по сравнению с посмертным окоченением, при этом значительно изменяется их качественный состав, зависящий от вида рыб. Протеолиз приводит к увеличению уровня серосодержащих САК и циклических аминокислот. Изменение состава и количества САК вызывает изменения вкуса и аромата рыбы. Накопление азота летучих оснований также существенно влияет на органолептические свойства рыбы. В период протеолиза повышается ВУС тканей за счет диссоциации актомиозина. Происходящий при протеолизе гидролиз белков соединительной ткани ослабляет связь между отдельными структурными составляющими, снижает устойчивость их к механическому и тепловому воздействию.

У рыб, ведущих подвижный образ жизни, протеолиз наступает раньше, чем у малоподвижных. На скорость наступления протеолиза, как и при окоченении, оказывает влияние состояние рыбы перед гибелью.

Основное влияние на скорость протеолиза, как и на процесс окоченения, оказывает температура.

В мясе рыб, где в значительном количестве содержатся азотистые небелковые вещества, определение границ между протеолизом и бактериальным разложением затруднено. Предотвращению нежелательных изменений, вызываемых протеолизом, способствует удаление внутренностей, тщательная зачистка внутренней полости от почечной ткани, обескровливание тканей.

Изменение липидов по отдельно взятым стадиям посмертных изменений изучено недостаточно. Однако изменения этого компонента тканей рыбы в целом в процессе посмертных изменений прослежены подробно. Они сводятся к двум основным направлениям: ферментативному гидролизу и окислению липидов.

Гидролиз липидов рыб, содержащихся как в мышечной, так и в жировой тканях, проходит под воздействием собственных липолитических ферментов.

Среди липидов, содержащихся в мясе рыбы, наиболее устойчивы в период посмертных изменений нейтральные жиры.

Гидролиз глицеридов проходит под действием липаз до жирных кислот и глицерина. Фосфолипиды под воздействием лецитиназ образуют жирные кислоты, холин и фосфорную кислоту.

В посмертный период происходит изменение жирнокислотного состава липидов: высоконасыщенные жирные кислоты образуют насыщенные и мононасыщенные с преобладающим образованием олеиновой кислоты.

Первичными продуктами окисления являются перекиси и гидроперекиси, которые подвергаются дальнейшим изменениям с образованием спиртов, карбонильных соединений.

Интенсивность изменений липидов в посмертный период зависит от температуры и величины рН среды, с ростом которых процессы липолиза ускоряются. Присутствие электролитов по-разному влияет на скорость гидролиза: хлористый натрий замедляет, а хлористый кальций ускоряет расщепление липидов в тканях рыбы.

Наибольшие изменения претерпевают липиды печени рыб, содержащих активную ферментативную систему.

Носителями запаха и вкуса окисления и прогорклости являются альдегиды и метилкетоны с небольшой молекулярной массой, а также свободные жирные кислоты с короткой цепью. Оценка степени прогорклости жиров основана на определении вторичных продуктов, образующихся при распаде перекисей, которые лучше коррелируют с органолептическими проявлениями прогорклости, чем при содержании перекисей.

Посмертные изменения в покровных тканях и внутренних органах.

К о ж а. В период посмертного окоченения, когда прекращается процесс отделения слизи, внешний покров кожи — эпидермис начинает легко отделяться от собственно кожи (дермы) при незначительных механических воздействиях, что не может быть отнесено к недоброкачественности рыбы. Отсутствие эпидермиса облегчает проникновение в толщу кожи бактерий и, следовательно, ускоряет начало бактериального разложения. Процесс бактериального разложения кожи проходит медленно, и только на последних стадиях порчи рыбы наблюдается нарушение целостности кожных покровов. В период окоченения видимых существенных изменений состава кожи нет. Однако значительным изменениям подвергается окраска кожи.

В процессе хранения некоторых видов рыб в их коже уменьшается содержание каротиноидов, но одновременно увеличивается в подкожном слое, что свидетельствует о миграции этих веществ. Показателем миграции каротиноидов является подкожное пожелтение рыб (каротиноидное пожелтение).

Ж а б р ы. Посмертные изменения в жабрах наступают наиболее рано по сравнению с другими органами, так как в них содержится много крови. Первые изменения связаны с окислением гемоглобина крови, а

затем ввиду доступности жабр действию внешней среды происходят процессы гнилостной порчи. На жабрах при хранении рыбы образуется слизь, причем этот процесс на жабрах протекает несколько позже, чем на поверхности кожи.

Глаза. В глазной жидкости и хрусталике под действием биохимических процессов происходят посмертные изменения, особенно отражающиеся на форме имеющихся кристаллов. К изменениям следует отнести и меняющееся положение глазного яблока по отношению к орбите глаза.

Внутренности. Изменения во внутренних органах вызываются ферментативным комплексом и микрофлорой, которой богат желудочно-кишечный тракт. Внутренние органы изменяются под действием этих факторов в зависимости от степени наполнения желудка рыбы пищей.

Автолитические процессы приводят в первую очередь к нарушению эпителиальной ткани, тем самым делая ее доступной бактериальному воздействию, ведущему к полному прободению перегородок внутренностей. Содержимое кишечника и желчь при этом попадают в брюшную полость рыбы и могут диффундировать в мясо.

Интенсивным изменениям подвергается печень, в которой благодаря высокому содержанию гликогена в начальный период проходит активный гликолиз, способствующий сдвигу pH в кислую зону (до 4,3—4,4). После уменьшения pH происходит интенсивный протеолиз кислыми ферментами, сопровождающийся разрушением белков соединительной ткани и размягчением печени. Во внутренних органах в период посмертных изменений образуется большое количество газообразных продуктов распада, влияющих на запах и внешний вид рыбы.

Вопросы бактериального разложения рыбы являются предметом изучения микробиологии и здесь не рассматриваются.

Ввиду особенностей химического состава и структуры тканей рыбы в ней практически не выражено положительное влияние на качество процессов, происходящих в начальные периоды автолиза. Для большинства видов рыб, за небольшим исключением, принято считать, что чем меньше ткани подвергались посмертным изменениям, тем лучше качество.

§ 19. Изменения в нерыбном сырье

Ракообразные. Посмертные изменения у ракообразных носят общий для этого вида животных характер. Они проявляются в изменениях внешних признаков, химического состава и органолептических свойств.

Характер изменений определяется высокой активностью ферментов внутренностей ракообразных, что приводит к их быстрому разложению. Последующее проникновение продуктов гидролиза внутренностей в мясо ракообразных способствует ускорению автолиза мышечных тканей.

Внешними признаками развития автолиза являются потускнение панциря, появление неприятного запаха в жабрах и полости головогруды, изменение окраски мяса вблизи от внутренностей с белого до синевато-зеленого и желтовато-коричневого, расслоение мышечных волокон после варки.

В мясе ракообразных происходит увеличение количества азота летучих оснований, а также сероводорода и pH.

Более детально посмертные изменения можно проследить на примере антарктического криля. После вылова антарктического криля, который в течение всей своей жизни обитает при температурах, близких к 0, в нем происходит интенсивное изменение органолептических и химических показателей.

Процесс посмертных изменений криля при хранении после вылова условно подразделяют на три периода: до смертного окоченения; собственно окоченения и разрешения окоченения, переходящего в автолиз.

Период до смертного окоченения при хранении на палубе длится около 1 ч. Для криля характерен естественный креветочный запах, а также прозрачный плотный абдомен. По окончании периода до смертного окоченения наблюдается постепенный сдвиг pH в кислую зону.

Период собственно окоченения характеризуется потускнением панциря, при этом pH сдвигается в щелочную зону. Продолжительность процесса составляет 2,0–2,5 ч.

В течение первого и второго периодов наблюдается некоторое возрастание азота свободных аминок групп (от 2030 до 2200 мкг/кг). Вододерживающая способность несколько снижается. Активное воздействие пищеварительных ферментов на ткани криля вызывает накопление азота летучих оснований (до 147–164,5 мкг/кг).

Для третьего периода посмертных изменений – разрешение окоченения и автолиз – характерно расслабление консистенции абдомена, при этом pH сдвигается в щелочную зону. Резко возрастает содержание азота свободных аминок групп. Содержание азота летучих оснований через 4 ч после вылова криля достигает 250–300 мкг/кг. Признаками глубоко зашедшего автолиза и развития бактериальной порчи является потускнение хитинового покрова, почернение брюшной части тела. Причиной почернения является действие полифенолоксидазы. Содержание азота летучих оснований в мясе криля с явными признаками порчи составляет 350–500 мкг/кг. В полости головогруды образуется темная с неприятным запахом жидкость.

Головоногие моллюски. После вылова кальмары и особенно осьминоги в течение довольно длительного времени остаются живыми. Им свойственны периоды окоченения и расслабления мышечной ткани мантии и щупалец, изменения окраски кожи, химические превращения соединений, входящих в состав тела. Кальмар остается живым в течение 30–45 мин при температуре воздуха 10–12 °C и 10–15 мин при 20–25 °C. При этом максимум окоченения приходится соответственно на 7-й

и 3-й ч, а начало расслабления мышечной ткани — на 12-й и 6-й ч при хранении без охлаждения. После вылова кожный покров в зависимости от вида кальмаров приобретает различную окраску. Например, крылорукий кальмар имеет меняющийся по интенсивности карминово-красный цвет, который с уменьшением свежести постепенно светлеет и становится желтоватым. Цвет мантии иллেকса светло-коричневый, светло-зеленоватый со светло-коричневыми пятнами или без пятен; лолиго — карминово-красный, белый с розовато-коричневыми пятнами или бело-розовый.

Особенно существенно увеличивается после вылова кальмара содержание водорастворимых белков.

При протеолизе в тканях кальмара происходит в основном распад миозина, в то время как актин почти не распадается, т. е. актин кальмара устойчив к действию протеолитических ферментов.

Извлеченный из воды осьминог весьма активен, имеет чистую, блестящую, без заметной слизи поверхность тела с плотно прилегающей кожей. Окраска тела меняется от бледно-серой до буро-красной. Присоски на конечностях упругие, напряженные.

В посмертный период плотность тканей мантии и конечностей осьминога сначала увеличивается, а затем уменьшается. Увеличение плотности совпадает с началом окоченения, уменьшение — с разрешением окоченения и переходом тканей в состояние автолиза.

На сроки наступления и продолжительность отдельных стадий посмертных изменений в тканях осьминога существенное влияние оказывает температура окружающей среды. При температуре 16 °C смерть от асфиксии наступает через 36 ч с момента вылова, посмертное окоченение — через 2 ч после засыпания и длится 12 ч, период разрешения окоченения продолжается 7 ч. Бактериальная порча наступает через 2,5 сут после вылова или через 1 сут после асфиксии. При температуре 0 °C осьминог живет в течение 3 сут — посмертное окоченение у него продолжается 36 ч, разрешение окоченения — 14 ч, бактериальная порча начинается через 5,5 сут.

Другим фактором, существенно ускоряющим ход посмертных изменений тканей, является механическое воздействие на моллюска: давление вышележащих слоев, толчки, удары, перевалки и т. д.

Четко выраженной границы между глубоким автолизом и началом бактериальной порчи по изменению консистенции мяса осьминога и другим органолептическим признакам установить не удастся. В ходе посмертных изменений содержание водорастворимых белков изменяется незначительно, а количество солерастворимых белков уменьшается.

Содержание небелкового азота и азота летучих оснований возрастает по мере перехода осьминога из одного периода посмертных изменений в другой. Увеличение содержания азота летучих оснований до 40—45 мг на 100 г сопровождается ухудшением качества мяса, определяемым органолептически.

Мясо живого осьминога имеет слабокислую реакцию, которая уси-

ливается в состоянии окоченения. В начале порчи мяса рН имеет близкое к нейтральному значение.

Наиболее высокой способностью связывать воду обладают белки живого осьминога. С развитием автолитических процессов в мясе снижается ВУС.

Для получения качественной продукции из мяса осьминога по консистенции и вкусу его следует перерабатывать сразу после вылова или после разрешения посмертного окоченения.

Двустворчатые моллюски. Двустворчатые моллюски после гибели по внешнему виду отличаются от живых в первую очередь раскрытыми створками. Отличительной особенностью моллюсков является протекание практически одновременно автолитических и бактериальных процессов в связи с тем, что еще при жизни в их жабрах присутствуют гнилостные и даже патогенные формы микроорганизмов. Для двустворчатых моллюсков характерен иной механизм регуляции сокращения мышц, чем для позвоночных. Мышцы моллюсков (гребешка) содержат очень мало тропонина, и тем не менее их АТФ-аза чувствительна к Ca^{2+} . Механизм регуляции Ca^{2+} в мышцах гребешка действует с участием "шарнира" между субъединицами миозина С-1 и С-2. В этом своеобразном механизме сокращения принимают участие легкие цепи миозина, что отличает регуляцию сокращения в скелетных мышцах позвоночных, связанную с актином, от регуляции сокращения в запирательных мышцах моллюсков, связанной с миозином.

Хранение двустворчатых моллюсков даже в живом виде приводит к изменению органолептических и химических показателей качества. Гребешок, сохранявшийся в живом виде в течение 48 ч, в первые 24 ч по внешним признакам сохранял высокое качество. У него были закрыты створки раковин, наблюдались хорошие запах и вкус. Однако в этот период в 3 раза увеличивается микробообсемененность, возрастает количество летучих оснований, в том числе и триметиламина, а также накапливаются свободные аминокислоты и молочная кислота. В дальнейшем изменения проявляются и в органолептических показателях: створки раковин приоткрываются, наблюдается слабая реакция моллюсков на внешние раздражения, в мясе появляется неприятный запах, возрастает количество азотистых оснований.

При посмертных процессах накапливаются аммиак, свободные аминокислоты, молочная кислота. Изменяется состав свободных аминокислот — уменьшается содержание аргинина, метионина, глутаминовой кислоты, тирозина.

Иглокожие. Посмертные изменения иглокожих своеобразны. Например, у трепанга они проявляются в постепенном разрушении эпидермиса и шипов, у кукумарии — ослаблении напряженности тканей оболочка и вытекании полостной жидкости.

Водоросли. В тканях добытых водорослей изменения происходят в первую очередь под действием ферментов и микроорганизмов, влия-

ющих на углеводные составляющие. При этом разрушаются ценные компоненты: альгиновые кислоты, маннит, агар, белки, образуются аминокислоты, органические кислоты, спирты, альдегиды. На глубоких стадиях образуются аммиак и сероводород.

У ламинарий изменяется поверхность, т. е. тускнеет эпидермис, появляется слизь, при глубоко зашедших процессах могут даже разрушаться ткани.

При складировании сырой анфельции в ней под действием ферментов и микроорганизмов происходит повышение температуры, выделение аммиака и сероводорода, изменение окраски за счет обесцвечивания ксантофилла, деполимеризация агара, снижение его желеобразующей способности.

§ 20. Качество рыбы и беспозвоночных

К качеству рыбы и беспозвоночных, предназначенных для промышленной переработки, предъявляются требования, нашедшие отражение в государственных стандартах и технических условиях.

Из показателей качества, представляющего собой совокупность основных свойств продукции, регламентируются размерно-массовый состав и органолептические свойства.

Об органолептических показателях качества рыбы-сырца судят по состоянию отдельных ее органов и тканей, оцениваемых по ряду признаков. По своей значимости в итоговой оценке качества рыбы эти признаки можно подразделить на основные и дополнительные.

К основным признакам относят состояние кожно-чешуйчатого покрова, глаз, брюшка, мышечной ткани, жабр и жаберных крышек (рис. 20).

К дополнительным признакам относят упитанность, цвет анального кольца, запах и цвет мяса у позвоночника, четкость контуров и окраску внутренних органов, положение жаберных крышек относительно тела рыбы, цвет жаберных крышек, цвет, прозрачность и консистенцию слизи в жабрах, наличие гельминтов во внутренних органах и мышечной ткани.

Дополнительные признаки используют в тех случаях, когда оценка основных признаков не позволяет получить достаточно полного представления о качестве исследуемого органа или ткани. Обычно для оценки качества рыбы определяют не все дополнительные признаки, а лишь характерные для определенных видов сырца.

В связи с трудностями, присущими методологии и толкованию органолептических данных, в последние годы в широких масштабах проводится поиск неорганолептических методов оценки качественных показателей свежей и обработанной рыбы и беспозвоночных. В этих целях широко применяются методы коррелирования результатов исследования состава сырья и обработанных пищевых продуктов с органолептической оценкой их свойств.

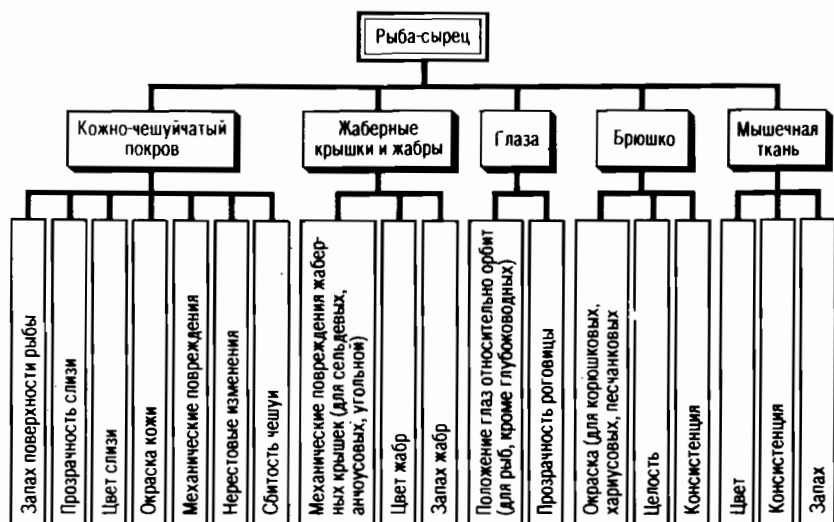


Рис. 20. Структурная схема основных органолептических признаков, характеризующих качество органов и тканей рыбы-сырца

Однако для разработки моделей, которые адекватно описывали бы соотношения между результатами инструментального анализа пищевых продуктов и их чувственным восприятием, требуется не только статистический, но и психофизический подход.

Объективный показатель оценки степени свежести рыбы должен удовлетворять как минимум двум требованиям: иметь тесную связь с органолептическими свойствами рыбы и быть доступным для оперативного измерения.

Теоретической предпосылкой для поиска объективного химического показателя степени свежести служат изменения, происходящие с запахом и вкусом рыбы в процессе ее хранения. В результате деятельности ферментов и бактерий в мясе рыбы образуются различные вещества: из азотистых соединений — летучие основания; из серосодержащих аминокислот — сероводород, диметилсульфид, метилмеркаптан; из глюкозы и рибозы — низшие жирные кислоты; из липидов — карбонылы; из протеинов — тирозин, индол, скагол, путресцин, кадаверин; из гистидина — гистамин.

Одним из известных методов определения свежести рыбы, достаточно хорошо коррелирующим с органолептическими изменениями в период порчи рыбы, является нахождение общего количества азота летучих оснований. К преимуществам этого метода относятся его простота и относительно небольшие затраты времени и средств, а к недостаткам —

необходимость разрушения образца, подбор условий отгонки, неэффективность на ранних стадиях порчи рыбы.

При определении свежести ракообразных, в частности креветок, этим методом с органолептическими показателями лучше коррелирует не абсолютная величина азота летучих оснований, а его отношение к азоту свободных аминокислот.

Для обнаружения порчи морских рыб и представителя пресноводных — щуки, в состав которых входит значительное количество триметиламиноксида, определяют такой показатель, как содержание триметиламина. Этот метод точнее, но требует более сложного анализа и больших затрат времени.

Определение аммиака, образующегося в результате бактериального распада мочевины, креатина и других азотистых соединений, имеет небольшое практическое значение для оценки свежести рыбы.

Для характеристики степени свежести рыбы могут быть использованы и другие химические показатели как в отдельности, так и в сочетании друг с другом. Так, сопоставление количества этилового спирта с содержанием триметиламина и органолептической оценкой степени свежести серебристого хека, морского окуня, трески, сайры и камбалы свидетельствует о наличии взаимосвязи между ними. Коэффициент корреляции между содержанием этилового спирта и триметиламина в мясе свежей рыбы равен 0,92, а между содержанием спирта и органолептическими показателями — 0,87.

Некоторые из веществ, образующихся в процессе хранения морепродуктов, могут быть использованы как объективные показатели качества последних лишь при определенных условиях. Так, индол как продукт бактериального разложения триптофана является важным показателем в оценке качества креветок при подозрении в нарушении температурного режима в период их хранения после вылова. В то же время продолжительность хранения в замороженном состоянии и термическая обработка мало влияют на содержание индола в креветках приемлемого качества.

Распространенные показатели степени свежести многих беспозвоночных, такие, как азот летучих оснований, азот триметиламина и азот триметиламиноксида, объективно не отражают степени свежести криля, а свидетельствуют о начавшейся порче, когда криль уже непригоден для обработки.

Из названных выше химических веществ ни одно не может быть принято в качестве универсального критерия степени свежести рыб и беспозвоночных в связи с отсутствием четкой корреляции с органолептическими показателями.

Методы оценки свежести рыбы и рыбопродуктов, основанные на определении количества веществ, образующихся в них в процессе хранения в результате деятельности бактерий, применимы только на тех стадиях порчи, на которых количество бактерий резко возрастает,

т.е. когда сырец или продукт имеют явные, органолептически обнаруживаемые признаки порчи.

Для определения степени свежести рыбы показательными будут продукты распада АТФ, содержание которого в мясе живых рыб различных видов примерно постоянно. Распад АТФ мяса рыб происходит следующим образом: АТФ — АДФ — АМФ — ИМФ — инозин — гипоксантин. Наиболее важными продуктами его распада при контроле качества являются инозин и гипоксантин.

У большинства рыб содержание АТФ уменьшается, а продукты его распада увеличиваются с равномерной скоростью в течение определенного времени хранения, предшествующего появлению первых признаков бактериальной порчи, которые обнаруживают органолептическим путем и по химическим показателям. Абсолютная величина скорости распада АТФ мяса рыб различается в зависимости от вида рыб и их исходного состояния, а также условий хранения. У тех видов рыб, которые быстро теряют свежесть, наблюдается более высокая скорость распада нуклеотидов. Наиболее быстрый распад АТФ происходит у минтая и других тресковых, наиболее медленный — у камбалы и красного морского карася. Между скоростью распада нуклеотидов и быстротой утраты свежести, определяемой органолептически, установлена довольно устойчивая и высокая корреляция.

Конечный продукт распада — гипоксантин — не подвергается в мясе рыб последующему расщеплению. Накопление его в рыбе происходит только за счет распада АТФ.

Однако у многих видов рыб процесс распада АТФ развивается не до конца, и конечным продуктом распада является не гипоксантин, а в основном инозин. К таким рыбам относятся тихоокеанские лососи, тунцы, ставрида, меч-рыба, японская летучая рыба, красный морской карась и др. У некоторых видов рыб происходит накопление как гипоксантина, так и инозина. К такому "промежуточному" типу относятся сайра, горбыли, сабля-рыба и др. В некоторых случаях наблюдаются различия между атлантическими и тихоокеанскими видами рыб одного и того же рода.

У морских беспозвоночных (ракообразных и моллюсков) процесс распада АТФ протекает иначе, чем у рыб: ИМФ не образуется, а АМФ дефосфорилируется с расщеплением аденозина до инозина и гипоксантина.

Содержание гипоксантина как показатель степени свежести используется для многочисленных видов морских и пресноводных рыб и беспозвоночных. В частности, содержание гипоксантина может служить критерием качества креветки в процессе ее хранения во льду, так как выявлена прямая зависимость между содержанием в ее мясе инозинмонофосфата и гипоксантина и органолептическими показателями качества. В большинстве случаев содержание гипоксантина хорошо коррелируется с органолептическими оценками, но использование этого метода оценки свежести рыб и беспозвоночных связано с необходимостью раз-

рушения образцов и значительными затратами времени (около 1 ч).

Содержание инозина как показателя свежести рыбы-сырца на практике не используется, хотя применяется в научных исследованиях.

Многочисленные исследования показали, что с помощью одного какого-либо вещества невозможно определить все те важные изменения, которые происходят в свежей рыбе при ее хранении. Поэтому оправданы попытки выявления для этой цели нескольких химических соединений.

Примером использования комплекса веществ (продуктов распада АТФ) для оценки свежести рыбы является метод, предложенный японскими учеными. Он заключается в нахождении показателя степени свежести рыбы K , представляющего собой процентное содержание инозина и гипоксантина в общем количестве АТФ и продуктов его распада:

$$K (\%) = \frac{\text{инозин} + \text{гипоксантин}}{\text{АТФ} + \text{АДФ} + \text{АМФ} + \text{ИМФ} + \text{инозин} + \text{гипоксантин}} \cdot 100.$$

Чем меньше величина K , тем выше степень свежести, и, наоборот, чем больше K , тем ниже степень свежести рыбы (рис. 21, а).

Установлена связь органолептических показателей качества рыбы с величиной K в процессе хранения при различных температурных условиях. Значения K позволяют отметить не только одинаковый порядок величин для различных видов рыб сходной степени свежести, но и некоторые отличия, связанные с видовой принадлежностью рыб. Несмотря на отмеченные различия, величина K может быть рекомендована для

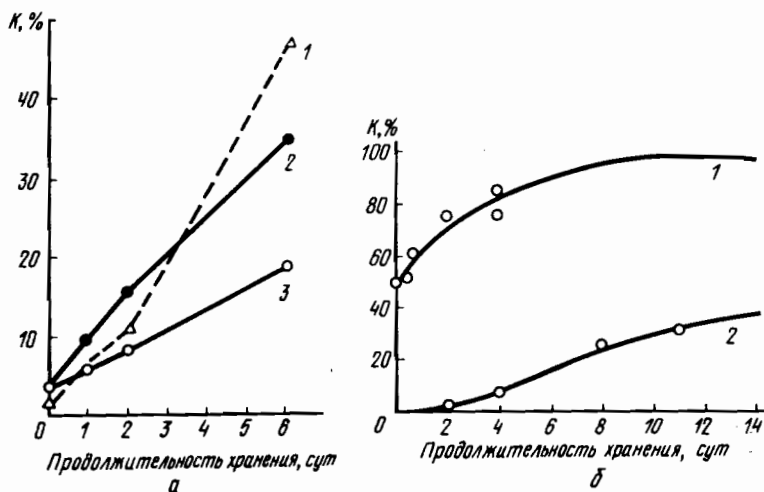


Рис. 21. Изменение величины K в процессе хранения рыбы (а) и беспозвоночных (б):

а: 1 – и-васи; 2 – скумбрия; 3 – сайра; б: 1 – каракатица, 2 – креветка

ценки степени свежести рыбы, хранящейся как при положительных, так и при отрицательных температурах.

Ориентировочно для рыбы безупречной степени свежести значение K не должно превышать 20 %: рыбы с признаками порчи, но приемлемой для переработки — 40 %, непригодной для переработки — 60 % и более.

Имеются данные по использованию величины K для оценки качества рыбы при размораживании ее в различных условиях. При быстром размораживании K практически не увеличивается, что позволяет рекомендовать высокие скорости размораживания. По степени свежести рыбы, выраженной с помощью коэффициента K , можно оценить и выбрать оптимальные условия хранения размороженной рыбы. С помощью коэффициента K можно также обнаружить ранние признаки порчи свежей рыбы, при которых показатель величины азота летучих оснований и азота триметиламина еще не отличается от данных для свежей рыбы.

В то же время коэффициент свежести рыбы K не всегда коррелирует с содержанием азота летучих оснований и триметиламина в мороженой рыбе, хотя объективно отражает состояние органолептических показателей продукции. Поэтому оценку степени свежести мороженой рыбы рекомендуется проводить путем одновременного определения содержания триметиламина как показателя микробиологической порчи и коэффициента K как показателя глубины посмертных изменений рыбы.

К тому же величина K непостоянна для рыб, даже отобранных из одной партии сырья. Так, значения K , определенные для пяти экземпляров рыб *Rampus argenteus*, колебались от 19,1 до 62,7 %, при этом во всех особях количество триметиламина оставалось на очень низком уровне (0,2–0,8 мкг/100 г). Не наблюдалось в данном случае и корреляции величины K с другими показателями качества рыбы, например с количеством отпрессовываемого клеточного сока.

Таким образом, можно сделать вывод, что общее понятие свежести рыбы характеризуется несколькими показателями и ограничение одной величиной K нецелесообразно. Тем не менее этот показатель может рассматриваться как один из основных.

Для оценки степени свежести рыб и беспозвоночных используют и некоторые другие комбинации веществ. Например, за рубежом для оценки качества мяса тунца рекомендуется использовать содержание некоторых летучих соединений, количество которых возрастает по мере хранения рыбы. С этой целью предложен показатель качества ($ПК$), который определяют по формуле $ПК = (\text{этиловый спирт} + \text{пропанол} + \text{бутанол}) - (\text{пентен} + 3\text{-ол-гексанол})$.

При оценке $ПК$ содержание всех компонентов выражают в мкг/кг. Рыба безупречной свежести имеет $ПК \leq 0,1$; удовлетворительного качества — от 1 до 6 и непригодная для обработки имеет $ПК \geq 6$ мкг/кг.

Для характеристики свежести тунца рекомендовано также использовать такой показатель, как содержание нелетучих биогенных аминов,

выраженное через индекс, представляющий собой отношение суммы гистамина, путресцина и кадаверина к сумме спермина и спермидина.

Для оценки качества мороженого тунца рассольного замораживания, предназначенного для приготовления консервов, предлагается объективный показатель, представляющий собой отношение содержания триметиламина в светлом мясе к сумме его содержания в светлом и темном мясе. Величина этого показателя постоянно уменьшается по мере хранения размороженного тунца и хорошо коррелирует с органолептической оценкой.

Доказана возможность применения прямых объективных аналитических методов определения степени свежести ракообразных. В качестве показателей свежести используется содержание спирта, диметилсульфида, триметиламина. Величина K пригодна и для оценки степени свежести беспозвоночных (рис. 21 б).

Подавляющее большинство установленных до настоящего времени корреляционных связей между органолептическими и химическими показателями степени свежести действительны лишь для конкретных видов рыб или беспозвоночных и строго определенных условий их хранения (в охлаждаемой камере, со льдом, в морской воде и т. д.). Химические соединения могут быть объективными показателями качества также избирательно для одного или нескольких способов обработки отдельных видов рыб. Например, при хранении хека, охлажденного льдом, содержание инозинмонофосфата и гипоксантина в мышечной ткани на момент полной порчи, установленной органолептически, соответственно было равно 1,22 и 2,45 мкмоль/г. Полный распад инозинмонофосфата завершился через 30 сут после начала хранения хека в охлажденном состоянии, а содержание гипоксантина к этому времени возросло до 5,44 мкмоль/г. Предельный срок хранения хека в мороженом состоянии составил 5 мес, но и хранение его до 6 мес не привело к полному распаду инозинмонофосфата (3,86 мкмоль/г), а содержание гипоксантина в мороженом хеке составило при этом 0,59 мкгмоль/г, что гораздо ниже, чем в охлажденном хеке соответствующего качества. Таким образом, положительная корреляция между органолептическими и химическими показателями выявлена лишь для хека, хранившегося в охлажденном виде.

Об отсутствии универсальных объективных показателей качества различных видов рыб могут свидетельствовать данные, полученные для трех видов рыб, хранившихся во льду. С органолептическими оценками коррелировали следующие химические показатели: у полосатой макрели — количество гипоксантина, тиобарбитуровое и перекисное число жира; у летрины — гипоксантин, тиобарбитуровое число жира, азот летучих оснований и триметиламин; у красного луфаря — азот летучих оснований и триметиламин.

В связи с этим химические показатели очень редко включают в нормативно-техническую документацию в качестве объективных показате-

телей степени свежести рыбы и беспозвоночных. Однако химические и биохимические методы определения степени свежести рыбы могут применяться в качестве дополнительных к сенсорным результатам.

Так как деятельность бактерий является основной причиной порчи рыбы, то целесообразнее использовать в качестве показателя свежести их количество. Установлена зависимость между степенью обсемененности рыбы и ее качеством, определяемым органолептически. Однако этот метод дорог, требует значительных затрат времени и поэтому неприемлем в условиях производства.

К физическим методам, которые традиционно используются для оценки степени свежести рыбы, относят определение таких показателей, как pH, буферная емкость, показатель преломления и мутность хрусталика или глазной жидкости рыбы, прочность и вязкость мяса рыбы, флюоресценция. Однако ни один из перечисленных показателей не имеет широкого применения, поскольку все они, например данные об изменении величины pH в процессе хранения рыбы, могут интерпретироваться лишь отдельно для каждого вида рыбы.

За последние годы было предложено несколько других физических методов измерения степени свежести рыбы, но ни один из них, так же как и предыдущие методы, нельзя признать универсальным. К таким методам относятся, например, измерение сокращаемости мышечного волокна при добавлении АТФ в качестве показателя, определяющего ухудшение структуры ткани или белков мороженой рыбы; измерение потери тканевого сока в качестве критерия свежести морских беспозвоночных; оценка плотности фарша как критерия прочности тканей мороженой рыбы; измерение интенсивности пика при х-дифракции образцов мороженой рыбы в качестве метода определения свежести рыбы перед замораживанием; спектрофотометрическое обнаружение прогорклости в мороженой жирной рыбе; оценка влагоудерживающей способности и состояния кожи в качестве критерия ухудшения структуры тканей у омара и морского окуня; определение оптической плотности и вязкости гомогенатов мяса как показатель качества мороженой рыбы и др.

Многообещающим с точки зрения оценки свежести рыбы представляется открытие закономерности изменения электрических свойств кожи и мускулатуры рыбы в период хранения. Этот принцип нашел инструментальное воплощение в приборе торриметре, разработанном в Англии, который измеряет электрическое сопротивление тушки рыбы в поперечном сечении на двух различных уровнях частот с выдачей данных на круговой шкале. Многократное усовершенствование этого метода привело к созданию прибора, пригодного для работы в промышленных условиях. Одним из преимуществ этого прибора является то, что он мгновенно информирует о результатах, получаемых без разрушения исследуемого образца. Использование такого прибора не позволяет оценить качество рыбы, как при органолептическом методе, но может быть полезным при определении ее свежести.

Хотя оценка степени свежести с помощью торриметра по диэлектрическим свойствам считается достаточно надежным объективным методом, полной универсальностью он все же не обладает. Имеются, например, сообщения о слабой корреляции между органолептическими показателями качества летрины, полосатой макрели, красного луфаря и показателями торриметра.

Из физических методов оценки качества рыбы-сырца к наиболее приемлемым в условиях промысла относится метод, основанный на измерении угла прогиба тела рыбы. Коэффициент корреляции между величиной угла прогиба тела рыбы и органолептическими показателями ее качества для некоторых видов рыб составляет 0,78—0,99.

Следует отметить, что разработанные до сих пор физические методы оценки качества рыбы отличаются тем же основным недостатком, что и большинство химических или биохимических методов, т.е. отсутствием корреляционной связи с органолептическими оценками. К сложностям создания инструментальных методов оценки степени свежести рыбы и беспозвоночных относится и то, что корреляция между органолептическими признаками качества и инструментальными показателями бывает неодинаковой в различные периоды года и меняется в течение ряда лет, что зависит от многих сезонных условий.

§ 21. Принципы и методы консервирования

Основными причинами порчи свежих пищевых продуктов являются присутствие в растительных и животных тканях микроорганизмов, которые разрушающе действуют на компоненты сырья. Дополнительное влияние на эти факторы оказывают воздух, температура, свет и т. д. В зависимости от характера сырья, причин его порчи и продукта, который необходимо получить, применяются соответствующие принципы и методы консервирования.

Для предохранения продуктов от порчи необходимо создать такие условия их хранения либо так видоизменять их свойства, чтобы микроорганизмы были уничтожены или не могли развиваться, а ферменты, регулирующие биохимические процессы, были инактивированы.

Первыми методами консервирования стали естественные процессы: соление, копчение, брожение и др. В 1810 г. французский кулинар Н. Аппер опубликовал книгу о консервировании пищевых продуктов с помощью тепла. Позднее был зарегистрирован английский патент на консервирование пищевых продуктов в герметически закрытых металлических банках.

Многочисленные способы сохранения пищевых продуктов заключаются в основном в регулировании жизненных процессов в самом сырье и микроорганизмах. На этом основана классификация методов консервирования растительного сырья проф. Я. Я. Никитинского.

Следует обратить внимание на то, что сырье животного происхож-

дения перед консервированием не является живым объектом и отличается от растительных объектов, в которых после сбора урожая продолжают процессы обмена веществ внутри тканей и с окружающей средой, в том числе и процесс дыхания. Поэтому не все моменты классификации методов консервирования касаются методов сохранения мяса теплокровных животных, рыбы, птицы. Регулирование жизненных процессов в этом случае касается лишь микрофлоры сырья.

Различают три основные группы методов консервирования сырья и пищевых продуктов:

1) методы, основанные на принципе биоза, т. е. поддержания жизненных процессов в сырье и использования его естественного иммунитета;

2) методы, основанные на принципе анабиоза, т. е. замедлении, подавлении жизнедеятельности микроорганизмов и растительного сырья при помощи различных физических, химических и биологических факторов;

3) методы, основанные на принципе абиоза, отсутствия жизни, т. е. полном прекращении всех жизненных процессов как в сырье, так и в микроорганизмах.

Биоз заключается в хранении плодов и овощей в свежем виде без какой-либо специальной обработки. Принимаются лишь меры, направленные на поддержание нормальных жизненных процессов, и некоторое ограничение их интенсивности.

Биоз является не методом консервирования в обычном понимании, а лишь системой мер, обеспечивающих кратковременное сохранение плодов в свежем виде при поступлении сырья на завод.

На принципе анабиоза основан ряд методов консервирования: охлаждение, замораживание, создание высоких концентраций осмотически деятельных веществ, сушка, хранение в регулируемой атмосфере, маринование, спиртование, квашение и др.

При способе холодного хранения (умеренный холод) используют температуру не ниже той, при которой замерзают сырье и пищевые продукты. Использование умеренного холода способствует значительному замедлению биохимических процессов, протекающих в сырье, а также снижению активности микроорганизмов, большинство из которых лучше всего развивается при 37 °С.

Снижение биологической и биохимической активности сырья и микроорганизмов при понижении температуры объясняется, с одной стороны, зависимостью скорости химических реакций от температуры, а с другой — тем, что цитопlasма микробных клеток наркотизируется под влиянием холода и проницаемость ее снижается.

Метод холодного хранения дает возможность сохранить сырье при минимальном изменении его натуральных свойств гораздо дольше, чем метод биоза.

Замораживание продукта предусматривает его охлаждение до тем-

пературы более низкой, чем температура замерзания. Замороженные пищевые продукты и сырье можно сохранять значительно дольше, чем при использовании умеренных пониженных температур. Это объясняется не только количественной разницей в низкотемпературном уровне процессов замораживания и холодного хранения, но и тем, что в замороженных пищевых продуктах большая часть влаги превращена в твердое состояние. Поэтому микроорганизмы, питание которых происходит осмотическим путем, лишаются возможности использовать пищевые продукты, содержащие небольшую долю влаги в жидком состоянии.

При использовании метода замораживания сырья и пищевых продуктов принцип анабиоза относится (хотя не в полной мере) только к микроорганизмам.

Многие вегетативные формы микроорганизмов погибают при низких температурах, споры выживают, впадая в анабиотическое состояние.

При медленном замораживании количество выживших клеток больше, чем при быстром, однако многие из выживших микроорганизмов оказываются поврежденными и впоследствии погибают.

На степень сохранения жизненных функций микроорганизмов влияют вид микроорганизма, среда, в которой он находится, скорость и температура замораживания и хранения. Повторное замораживание и размораживание приводят к уменьшению количества живых микроорганизмов.

Высокие концентрации осмотически деятельных веществ способствуют плазмолизу клеток сырья, микробных клеток, в результате чего микроорганизмы впадают в анабиотическое состояние.

В качестве осмотически деятельных веществ для консервирования пищевых продуктов применяют сахар и поваренную соль. Чтобы вызвать стойкий плазмолиз микробных клеток, необходимы высокие концентрации этих веществ: не меньше 60–70 % сахара или 10–12 % соли.

Консервирующее действие сахара используют при изготовлении таких продуктов, как варенье, джем, повидло.

Консервирующее действие поваренной соли используют для посола рыбных и мясных продуктов.

Сушка также приводит к анабиозу микроорганизмов. Попадая в сухую среду, микробные клетки отдают осмотическим путем влагу, в результате чего происходит их плазмолиз.

Сушка как метод консервирования пищевых продуктов имеет много преимуществ. Используемые технология и аппаратура достаточно просты. Масса и объем сырья в процессе сушки уменьшаются в несколько раз. Сушеные продукты неприхотливы к условиям хранения. Однако качество сушеной продукции невысоко. Основным недостатком заключается в плохой восстанавливаемости естественных свойств продукции при вторичном оводнении перед употреблением в пищу.

В настоящее время известны новые методы сушки, позволяющие

интенсифицировать процесс и получать сушеную продукцию высокого качества. Одним из таких методов является сублимационная сушка.

Хранение плодов и овощей в регулируемой атмосфере основано на анабиотическом состоянии, в которое впадают как микроорганизмы, так и растительное сырье под влиянием диоксида углерода и пониженного содержания кислорода в атмосфере.

Модификация атмосферы используется также для консервирования сырья животного происхождения.

Маринование, спиртование, квашение и спиртовое брожение — методы консервирования, основанные на неспособности большинства микроорганизмов развиваться в кислой среде или в среде, содержащей спирт.

Небольшие концентрации спирта и кислоты не могут полностью воспрепятствовать развитию плесеней, бактерий и других микроорганизмов, поэтому с помощью этих методов сохранить продукт в течение продолжительного времени нельзя. Для увеличения срока хранения продуктов их пастеризуют или хранят при пониженных температурах. При этом изменяется сам принцип консервирования, который в таком случае сводится уже не к анабиозу микроорганизмов, вызванному действием кислоты или спирта, а к уничтожению их с помощью высокой температуры.

На принципе абиоза, т. е. прекращения жизнедеятельности клеток сырья и микроорганизмов, основано много методов консервирования.

Тепловая стерилизация — обработка продукта высокой температурой — приводит к гибели микроорганизмов в результате необратимых изменений в протоплазме, белки которой коагулируют. Консервированные этим методом пищевые продукты могут сохраняться в течение многих лет.

Метод консервирования тепловой стерилизацией является основным и наиболее надежным среди методов сохранения пищевых продуктов.

При оптимальном режиме стерилизации химические изменения в пищевом продукте будут минимальными.

Готовые консервы можно хранить на складах и перевозить в железнодорожных вагонах и на автомашинах. В этом заключается большое преимущество стерилизации. С помощью этого метода можно хранить сырье животного и растительного происхождения.

Применение электрического переменного тока высокой (ВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ) представляет собой один из особых вариантов тепловой стерилизации пищевых продуктов. Поскольку поглощение электрической энергии происходит одновременно всем объемом продукта, продукт разогревается быстро.

При ВЧ-нагреве для стерилизации консервов используют радиочастотный диапазон электромагнитных волн 20—30 МГц.

Кратковременный эффективный нагрев позволяет получать консервы высокого качества.

Внедрение процессов ВЧ- и СВЧ-обработки в практику консервирования лимитируется сложностью оборудования, относительной дороговизной процесса.

Успешно применяется микроволновой нагрев отдельно и в сочетании с обычным термическим при стерилизации гетерогенных продуктов. При этом значительно сокращается продолжительность процесса тепловой обработки, что приводит к сохранению органолептических показателей продуктов и их пищевой ценности.

Асептическое консервирование, при котором стерилизация предшествует расфасовке продукта и герметизации его, осуществляют в стерильных условиях. Оно является одной из разновидностей тепловой стерилизации. Асептическое консервирование имеет ряд преимуществ перед традиционным методом термической стерилизации продуктов в герметической среде. Основным из них является высокое качество продукта и снижение удельных затрат на обработку. К недостаткам его следует отнести сложность применяемого оборудования.

Применение антисептиков основано на их свойстве уничтожать микроорганизмы. Проникая в клетку, эти вещества вступают во взаимодействие с белками протоплазмы, парализуя при этом ее жизненные функции и приводя микробную клетку к гибели.

Консерванты должны удовлетворять ряду требований. В частности, они должны быть ядовитыми для микробов в небольших дозах, не оказывать вредного действия на организм человека, не вступать во взаимодействие с пищевыми веществами и не придавать продукту неприятного запаха или привкуса, кроме того они должны не реагировать с материалом технологического оборудования или тары, а легко поддаваться удалению из продукта перед употреблением его в пищу или выводиться из организма. Подобрать эффективные антисептики, пригодные для консервирования пищевых продуктов, нелегко, так как большинство из них оказывают вредное действие не только на микробы, но и на организм человека.

Борная кислота концентрацией 0,3 % безвредна. Поэтому ее используют для консервирования зернистой икры рыб.

Точно так же уротропин $(\text{CH}_2)_6\text{N}$ в небольших дозах (0,1 %) безвреден и может употребляться для консервирования зернистой икры. В то же время для консервирования плодов его использовать нельзя.

В СССР для консервирования применяют диоксид серы (SO_2), бензойную кислоту или ее натриевую соль и сорбиновую кислоту.

Применение антибиотиков основано на бактерицидном характере их действия. Они отличаются от антисептиков по происхождению и способу получения.

Антибиотики в сотни раз бактерициднее антисептиков и оказывают

консервирующее действие в концентрациях, измеряемых несколькими десятитысячными долями процента. Однако систематическое употребление антибиотиков небезопасно для здоровья человека.

Введение антибиотиков в организм человека нарушает естественный симбиоз между человеком и обитающими в его организме микробами. Систематическое потребление малых доз антибиотиков приводит к выращиванию в организме человека антибиотикоустойчивых рас микроорганизмов. В результате появления таких форм микробов возникает угроза обесценивания антибиотиков как лекарственных средств.

Поэтому фактически единственным антибиотиком, получившим разрешение органов здравоохранения на применение его для целей консервирования пищевых продуктов, является хлортетрациклин, или биомицин. Ценной является его способность полностью разлагаться при непродолжительном нагревании. Его разрешено применять только для консервирования сырья животного происхождения (мяса, рыбы, битой птицы), потребляемого в пищу после горячей кулинарной обработки.

Техника консервирования биомицином зависит от вида сырья. Так, для сохранения рыбы готовят раствор, содержащий 5 г антибиотика в 1 м³ воды. Раствор замораживают и биомициновым льдом пересыпают рыбу.

Органами здравоохранения рекомендуется использовать в пищевой промышленности антибиотики, не применяемые в медицине. К ним относится низин.

Из фитонцидов наиболее подходящим консервантом является эфирное аллилгорчичное масло. Введение 0,002 % его позволяет сохранять маринады при герметичной укупорке в течение более года.

Обеспложивающая фильтрация — фильтрация прозрачного пищевого продукта через специальный материал, задерживающий микробы. Фильтрующим материалом являются асбесто-целлюлозные пластины, размеры пор которых меньше микробной клетки.

Сущность обеспложивающей фильтрации заключается не в уничтожении микроорганизмов, а в механическом отделении их от продукта. Здесь соблюден принцип абиоза.

Особенностью стерилизующей фильтрации является возможность сохранить пищевой продукт без тепловой стерилизации. Однако осуществление этого метода на практике связано с необходимостью соблюдать строжайший санитарный режим производства.

Продукт перед стерилизующей фильтрацией иногда необходимо нагревать для инактивирования ферментов.

Метод обеспложивающей фильтрации является наименее универсальным, так как применяется для ограниченного числа пищевых продуктов.

Ультрафиолетовое излучение обладает большой энергией и оказывает сильное химическое и биологическое действие. Область лучей с

длиной волн от 4000 до 3300 Å является химически активной, 3300–2000 Å — биологически активной. Наибольшим воздействием на бактерии обладают лучи с длиной волн от 2950 до 2000 Å. Данная область ультрафиолетовых лучей называется бактерицидной. Максимум бактерицидного действия оказывают лучи с длиной волны около 2600 Å.

Использование бактерицидного эффекта ультрафиолетовых лучей для консервирования лимитируется их малой проникающей способностью. Поэтому УФ-спектр может быть использован в основном для стерилизации поверхностей.

Ионизирующие излучения — излучения, способные вызывать ионизацию электрически нейтральных атомов и молекул и стимулировать в облученных материалах однотипные химические реакции.

Два вида излучения — рентгеновские и гамма-лучи — производят ионизирующее действие. α - и β -лучи имеют малую проникающую способность. Их влияние на облучаемые материалы незначительно.

Стерилизующий эффект ионизации заключается в том, что при действии γ -квантов атом или молекула теряют электрон и становятся положительно заряженным ионом. Оторвавшийся электрон, являющийся носителем отрицательного заряда, присоединяясь к другому атому или молекуле, образует отрицательный ион.

Возникающие при этом в пищевых продуктах химические превращения связаны в первую очередь с ионизацией воды.

Образующиеся свободные радикалы Н и ОН обладают высокой химической активностью. Они неустойчивы и могут просуществовать в свободном виде в течение 10^{-5} — 10^{-6} с. Однако за это время с их помощью образуются сильные окислители, влияющие на химическую природу облучаемых веществ.

На этом основаны методы консервирования пищевых продуктов радиуризацией и радаппертизацией.

При радиуризации, производимой дозами $(250-800) \cdot 10^3$ рад, микроорганизмы уничтожаются лишь частично.

Радаппертизация, или радиационная стерилизация, уничтожает микроорганизмы полностью. При этом требуются большие дозы ионизирующих излучений — $(1,5-2) \cdot 10^6$ рад.

Большие дозы приводят к появлению посторонних запахов и привкусов в продукте, разложению пищевых веществ. Пороговые дозы не должны превышать 10^3 рад.

Токсикологические, химические и медицинские исследования показывают, что умеренная ионизирующая радиация не оказывает отрицательного влияния на пищевые продукты с точки зрения их безвредности и пищевой ценности.

Применение ионизирующей радиации для обработки пищевых продуктов еще не стало массовым. Наибольшее количество облученных пищевых продуктов реализуется в Японии.

Перспективность радиационной обработки определяется минималь-

ными изменениями первоначальных свойств свежих пищевых продуктов и более низкими затратами на радиационную обработку, чем на применение тепла или охлаждение.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. Предложите альтернативную существующей классификацию стадий посмертных изменений, основанную на едином критерии или их совокупности.
2. Известен ряд технологических мер, позволяющих замедлить скорость посмертных процессов в рыбе. На каком этапе введение этих мер даст максимальный эффект, на каком оно будет уже нецелесообразным и почему?
3. Такие органолептические признаки порчи рыбы, как наличие гнилостного запаха в жабрах, слизи, не могут быть приняты как единственное доказательство непригодности сырья. Какие необходимы еще анализы для вынесения окончательного заключения о степени пригодности рыбы для переработки?
4. Перечислить стадии посмертных изменений.
5. Дать характеристику посмертных изменений в покровных тканях и внутренних органах рыбы.
6. Описать посмертные изменения в нерыбном сырье (ракообразные, головоногие моллюски, двусторчатые моллюски, иглокожие, водоросли).
7. Какие требования предъявляются к качеству рыбы и беспозвоночных?
8. Перечислить показатели качества сырья.
9. Дать характеристику принципов и методов консервирования сырья.

Раздел II

МАТЕРИАЛЫ И ТАРА

Глава 4. МАТЕРИАЛЫ

В процессе производства рыбной продукции, кроме основного объекта переработки, используют различные материалы. Под ними подразумевают пищевые продукты, входящие в качестве компонентов рецептур рыбных продуктов, вещества или их смеси, вносимые для достижения какой-либо технологической цели (сохранение или изменение цвета, вкуса, внешнего вида, консистенции, повышение устойчивости при хранении и др.), а также вещества, используемые в качестве технологических сред для обработки сырья (растительные масла при обжаривании, вода и водяной пар при тепловой обработке), химические моющие средства и т. д.

§ 22. Компоненты пищевой рыбной продукции

Материалы, используемые в качестве компонентов рыбных продуктов, вносят, как правило, в значительных количествах по отношению к основному сырью — от 1–3 до 10–30 %. К таким материалам относятся поваренная соль, уксусная кислота, растительное масло, концентрированные томатопродукты, крупы, макаронные изделия, овощи и др.

Компонентами рыбных продуктов являются многочисленные добавки к кулинарным изделиям и пресервам: шпик, молоко, белковые добавки, моно- и дисахара, органические кислоты, яичный порошок.

Составляя значительную часть готового продукта, материалы во многом определяют качество готовых изделий. При выборе компонентов учитывают не только их индивидуальное качество, но и возможные последствия от взаимодействия с основным сырьем. Компоненты пищевых продуктов подбирают с учетом биологической ценности совокупного продукта, вкусовых достоинств, а также национальных традиций и экономических факторов.

Вода. Воду используют для приготовления маринадов, соусов, бульонов. Ее вносят в фаршевые изделия и рыбные колбасы, применяют для отмачивания соленого полуфабриката, приготовления тузлуков. В ней моют сырье, бланшируют полуфабрикат. Вода, применяемая для указанных целей, должна отвечать требованиям ГОСТ 2874–73 на питьевую воду. Питьевая вода имеет следующую характеристику.

Вода — прозрачная жидкость без цвета, запаха и какого-либо привкуса. По бактериологическим показателям вода должна иметь колититр не менее 300, коли-индекс не более 3.

Вода должна содержать (в мг/л, не более): сухого остатка 1000, хлоридов 350, сульфатов 500, железа 0,3; марганца 0,1, меди 1,0, цинка 5,0, остаточного алюминия 0,5, гексаметофосфата 3,5, триполифосфата 3,5. Общая жесткость воды должна составлять не более 7 мг-экв/л.

Вода должна иметь следующие органолептические показатели: запах при 20 °С и при подогревании до 60 °С не более 2 баллов, привкус при 20 °С не более 2 баллов, цветность по платиново-кобальтовой шкале не более 20 град, мутность по стандартной шкале не более 1,5 мг/л.

Содержание в воде токсических химических веществ не должно превышать (в мг/л): бериллия 0,0002, молибдена 0,5, мышьяка 0,05, нитратов (по N) 10,0, полиакриламида 2,0, свинца — 0,1, селена 0,001, фтора 1,5.

Поваренная соль. Поваренная соль в рыбной промышленности применяется в качестве вещества, придающего соленый вкус готовой продукции, и как консерванта. При внесении поваренной соли для придания вкуса ее количество составляет 1—3 % массы продукта. Если поваренная соль играет роль консерванта, ее содержание в продукте составляет от 5 до 14 % в зависимости от того, применяется ли она как единственное консервирующее средство или в сочетании с другими консервирующими факторами (холодом, химическими консервантами).

В зависимости от места рождения и способов добычи и обработки поваренную соль подразделяют на мелкокристаллическую выварочную, молотую разных видов (каменная, самосадочная и садочная) и различной крупности помола (несеяную и сеяную), немолотую разных видов (комовая) или глыбу-дробленку и зерновую или ядро; йодированную. По сортам соль подразделяют на экстра, высший, I и II.

При содержании солей кальция и магния свыше 1 % поваренная соль непригодна для посола рыбы.

При хранении на влажном воздухе в соли может содержаться до 12 % влаги. Соль влажностью 8—10 % сырая на ощупь спекается в комки, а затем при длительном хранении спекается в общую глыбу, трудно поддающуюся разрыхлению.

Каменная и выварочная соль стерильна, но при перевозках и хранении в соляных складах может загрязняться микроорганизмами. Особенно обсеменена микроорганизмами самосадочная соль.

Микроорганизмы, развивающиеся в соли, устойчивы и сохраняют жизнеспособность в течение длительного времени.

В зависимости от размера зерен молотую соль всех сортов подразделяют на 4 помола, которые устанавливают путем просеивания через сито с ячейей размером 0,8—4,5 мм (табл. 11).

11. Характеристика поваренной соли

Соль	Размер ячеек сита, мм	Количество соли, проходящей через сито, %, не менее
Высшего и I сорта		
помола № 0	0,8	90
помола № 1	1,2	90
помола № 2	2,5	90
помола № 3	4,5	85
II сорта		
помола № 1	1,2	90
помола № 2	2,5	90
помола № 3	4,5	85

Соль поваренная пищевая должна отвечать требованиям ГОСТ 13830–68. Соль поваренная пищевая представляет собой кристаллический хлорид натрия, добытый из природных источников и обработанный. Цвет соли высших сортов – белый, остальных – белый с серым или розовым оттенком. Содержание хлорида натрия в зависимости от сорта должно составлять (в %): высшего сорта – 99,7; I сорта – 98,4. Соль высшего и I сортов необходимо просеивать (на 90 %) через сито 1,2X1,2 (помол № 1) и 2,5X2,5 (помол № 2).

В зависимости от назначения продукта применяют поваренную соль определенного сорта и помола.

Растительные масла. В рыбной промышленности растительные масла используют для производства консервов и пресервов (заливка, приготовление соусов, обжаривание рыбы), а также икры.

При производстве консервов используют арахисовое, оливковое, горчичное, кедровое, подсолнечное, кукурузное, хлопковое рафинированное и кунжутное масла не ниже I сорта, икры – рафинированное подсолнечное, оливковое, кукурузное высшего и I сорта.

Каждый вид растительного масла должен соответствовать по качеству требованиям ГОСТ. Например, масло подсолнечное изготавливают в соответствии с ГОСТ 1129–73, хлопковое – ГОСТ 1128–55.

Подсолнечное масло получают прессованием или экстракцией из семян подсолнечника. Для производства консервов используют рафинированное масло, прозрачное, без осадка. Цветное число (в мг йода) его 10–12, кислотное число (в мг КОН) 0,4–1,5, влажность не более 0,10 %, йодное число (г/100 г) 125–145.

Хлопковое масло получают прессованием или экстракцией хлопковых семян. Для производства консервов: йодное число (г/100 г) 101–116, кислотное число (в мг КОН) его не более 0,3; содержание неомыляемых веществ не более 1,0 %, влаги – не более 0,2 %.

Концентрированные томатопродукты. Концентрированные томато-

продукты используют в качестве основы томатных соусов и заливок в рыбных консервах и кулинарных продуктах. Их получают из зрелых неповрежденных томатов путем дробления, удаления семян и кожицы, последующих концентрирования и стерилизации.

В соответствии с требованиями ГОСТ концентрированные томатопродукты выпускают с различным содержанием сухих веществ (в %).

Томат-пюре	12, 15, 20
Томат-паста	30, 35, 40
Томат-паста соленая ¹	27, 32, 37

¹ Поваренная соль в содержание сухих веществ не включена.

В состав концентрированных томатопродуктов входят (для томат-пасты 30 %-ной концентрации; % массы продукта): вода 70, белки 4,8, углеводы 19, клетчатка 1,1, органические кислоты в пересчете на яблочную 2,5, минеральные вещества 2,7. Концентрированные томатопродукты содержат (мг/100 г продукта): β -каротина 2,0, витамина В₁ 0,07, В₂ 0,03, РР 0,9, витамина С 45,0. Минеральные вещества концентрированных томатопродуктов представлены в основном калием, натрием, кальцием и фосфором.

Концентрированные томатопродукты должны иметь однородную без включений консистенцию, характерный оранжево-красный цвет, свойственные вкус и запах. В них лимитируется содержание тяжелых металлов (меди, олова и свинца), песка, поваренной соли.

В зависимости от качества концентрированные томатопродукты подразделяют на сорта.

Мука, макаронные изделия и крупы. Муку используют для создания слоя теста на поверхности рыбы перед обжариванием при производстве консервов и кулинарных изделий, а также для приготовления теста при производстве пельменей, пирожков, кулебяк и др. Используют муку пшеничную, отвечающую ГОСТ 12306—66.

Мука — это тонкоизмельченная масса от белого до белого с желтоватым оттенком цвета. Ее выпускают высшего и I сорта. Размер частиц в муке высшего сорта 30—40 мкм, I — 40—60 мкм. Содержание (в %): крахмала соответственно 77—79 и 74—77, клетчатки 0,08—0,19 и 0,21—0,38, белка 12—14 и 12—15. Зольность не более 0,55 %.

Макаронные изделия и крупы в рыбных продуктах используют как составные части консервов и кулинарных изделий. Макароны должны соответствовать требованиям ГОСТ 875—69. В зависимости от формы их разделяют на трубчатые (макароны, рожки, перья), нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные. Цвет однородный с кремоватым или желтоватым оттенком. Поверхность гладкая, на изломе стекловидная. Влажность 11—13 %, кислотность не более 4°. Содержание металлопримесей не более 3 мг/кг.

Из круп используют в основном рис (в соответствии с требованиями ГОСТ 6292—70). В зависимости от способа обработки он делится на шлифованный, полированный и дробленый. Зерна белого цвета. Допускаются единичные зерна с цветными оттенками. Влажность не более 15,5 %, содержание доброкачественных зерен в крупе высшего сорта не менее 99,7 %, I сорта — не менее 99 %, сорной примеси — не более 0,3 %, в том числе минеральные примеси — не более 0,05 %, металломагнитной примеси — не более 3 мг/кг. Применяется не ниже I сорта.

Применяют ячневую, гречневую и другие крупы.

Овощи. Используют в основном лук, морковь, белокочанную капусту, огурцы, зеленый горошек при производстве консервов и кулинарной продукции. Лук и морковь используют в свежем и сухом виде, белокочанную капусту и огурцы — в квашеном, зеленый горошек — в мороженом виде. Овощи придают рыбным изделиям своеобразный вкус, повышают их усвояемость, улучшают запах и внешний вид. Овощи должны отвечать требованиям соответствующей нормативно-технической документации.

Органические кислоты. В рыбной промышленности используют уксусную, лимонную, молочную и другие кислоты. Наибольшее применение находит уксусная кислота, входящая в состав маринадов, соусов и заливок при производстве рыбных консервов, пресервов и кулинарных изделий.

Уксусная кислота — бесцветная летучая жидкость с характерным резким запахом, смешиваемая с водой в любых соотношениях. Кипит при 118,5 °С. При 17 °С застывает в кристаллическую льдообразную массу. Плотность 1,049. В зависимости от способа получения различают лесохимическую, столовую, или натуральную, и синтетическую. Пищевая лесохимическая кислота выпускается концентрацией 70, 80 и 98 % по массе. Уксусная кислота по качеству соответствует ГОСТ 6968—76.

Сахар. Для производства соусов и заливок, приготовления посолочных смесей при производстве консервов, пресервов и кулинарных изделий используются сахар-песок, соответствующий ГОСТ 21—78. Сахар-песок — это однородные по форме кристаллы белого цвета с блеском, сладкого вкуса, полностью растворимые в воде. Содержание (в %): сахарозы — 99,55—99,75, влаги 0,14—0,15, редуцирующих веществ 0,050—0,065, золы 0,03—0,05. Цветность не более 0,8—1,5 условных единиц.

§ 23. Пищевые добавки

Материалы, используемые в качестве пищевых добавок, вносят в небольших строго дозируемых количествах, установленных индивидуально для каждого соединения с учетом вида продукта, в который их добавляют. Пищевые добавки могут использоваться, если они отве-

чают следующим условиям. Все пищевые добавки должны получить разрешение на использование по результатам токсикологических испытаний или имеющимся научным данным о них.

Разрешение на использование получают только те добавки, которые не представляют опасности для здоровья человека при использовании их в предполагаемом количестве.

Добавки должны контролироваться соответствующими органами при изменении условий их применения, а при появлении новых данных об их свойствах добавки подвергают повторной оценке.

Применяемые пищевые добавки должны соответствовать требованиям нормативных документов по чистоте и идентичности.

Применение пищевых добавок может считаться целесообразным в том случае, если преследуемая добавкой цель не может быть достигнута иным приемлемым экономическим или технологическим путем. Например, целесообразно применение добавок с целью сохранения пищевых свойств продукта, введение необходимых компонентов при изготовлении специализированных диетических продуктов, совершенствование технологических процессов, связанное с подготовкой, переработкой, изготовлением, фасованием, транспортированием и хранением продуктов.

При выдаче разрешения на постоянное или временное применение добавки учитывается ограничение применения ее для конкретных продуктов или целей при определенных оговоренных условиях, применение самых низких доз добавок, необходимых для достижения желаемого эффекта, приемлемое суточное поступление в организм человека, установленное для пищевой добавки, и суточное поступление ее из всех возможных источников.

При наличии в продукте нескольких веществ одновременно возможны нежелательные взаимодействия между ними. Поэтому применение нескольких добавок одновременно требует особой осторожности, так как химическое взаимодействие между ними может привести к образованию токсических веществ.

Пищевые красители. Среди веществ, специально добавляемых в пищевые продукты, распространены пищевые красители. Их используют для придания продукту привлекательной традиционной окраски.

С точки зрения гигиены питания применение красителей нежелательно. Для окраски пищевых продуктов издавна применяют натуральные красители, полученные из цветов, корней и листьев растений, а также некоторые минеральные красители. Со временем развилась технология производства искусственных красителей. В настоящее время в пищевой промышленности используют более 100 видов красителей. В рыбной промышленности применяют мало красителей. Различают натуральные (растительного, животного или микробиологического происхождения), синтетические органические красители и минеральные красители неорганического происхождения.

Натуральные красители в настоящее время продолжают использоваться, несмотря на развитие синтеза красителей, из-за отсутствия опасности их применения. Растительные жирорастворимые красители наиболее распространены. В природных условиях в объектах, из которых добывают натуральные красители, они находятся в виде смесей нескольких близких по строению соединений.

Из натуральных красителей наиболее распространены каротиноиды различного происхождения.

Синтетические красители различают по химической природе: производят азо-, диазо- и полиазокрасители, дифенилметановые и трифенилметановые, пиразолоновые, нитрокрасители, индигокрасители, ксантоновые, антрахиноновые, хинолиновые красители.

В различных странах неодинаково делят красители на натуральные и естественные вещества. Например, каротиноидный краситель может быть отнесен к натуральному, если он выделен из природного вещества, и тот же краситель, но полученный синтетическим путем, могут считать синтетическим.

Искусственные органические красители по сравнению с натуральными имеют ряд преимуществ. Они высокоустойчивы по отношению pH среды, действию тепла, света, окислителей, ферментов, присутствию металлов, кроме того, они обеспечивают хорошее качество окраски. Искусственные органические красители легко поддаются дозировке, что позволяет получать воспроизводимую во всех условиях окраску. Они намного дешевле, чем натуральные красители. Искусственные красители подразделяют по растворимости и кислотности.

Органические красители поступают в основном с наполнителями для обеспечения более точного их дозирования. Наполнителями служат поваренная соль, сульфат натрия, глюкоза, лактоза, сахароза, декстрин, сода, крахмал, этиловый спирт, глицерин, сорбит, пищевые жиры, вода. К красителям и наполнителям предъявляются санитарно-гигиенические требования.

Находят применение многокомпонентные органические красители, представляющие собою смесь индивидуальных соединений.

Неорганические красители применяют в основном для окраски поверхности кондитерских изделий в красный, белый, желтый, черный цвета и для придания им серебристой или золотистой окраски. В применяемых концентрациях они безвредны. Не только классификация, но и виды допущенных красителей, как и других добавок, неодинаковы в различных странах.

Регламентация применения пищевых красителей постоянно изменяется в связи с пересмотром их токсикологического воздействия и в связи с появлением новых соединений. В регламентирующих документах оговариваются допустимые виды красителей для определенных видов продуктов, приемлемое суточное потребление на единицу массы тела человека, допустимое количество примесей.

Отбеливающие вещества и стабилизаторы цвета. Диоксид серы применяется для отбеливания продуктов, в том числе и рыбных, в частности, для сохранения цвета креветок, консервов из ракообразных, улучшения цвета рыбного филе и др.

Предельное суточное потребление диоксида серы установлено в 0,7 мг на 1 кг массы тела. Применение диоксида серы представляется целесообразным при правильном подходе к выбору обрабатываемого продукта и дозировки, а также учета его преимуществ перед другими консервантами, отбеливателями и ингибиторами реакции неферментативного покоричневения пищевых продуктов.

Диоксид серы в рыбной промышленности применяется в виде солей, обладающих достаточной растворимостью для создания в продукте необходимых доз.

Нитрит и нитрат калия или натрия применяют в виде добавок для сохранения красного цвета рыбных продуктов. Они вместе с поваренной солью оказывают при этом и консервирующее действие. Применяют их в виде посолочных смесей.

Нитрит натрия используют для сохранения и стабилизации окраски колбасных изделий из мяса тунцов за счет образования нитрозомиоглобина, стабильного при тепловой обработке и хранении продукции.

Нитриты придают продуктам специфические вкус и запах. Разрешенное для применения в продукции количество нитритов составляет до 7 мг на 100 г готового продукта.

Структурообразователи. В пищевые продукты вводят ряд веществ для изменения их физических свойств. К таким веществам относятся загустители, желирующие вещества, эмульгаторы, стабилизаторы консистенции и др.

Влияние этих веществ на организм человека недостаточно изучено в связи с тем, что некоторые из этих веществ являются натуральными компонентами пищевых продуктов. Большинство из них представляют собой индифферентные соединения, не взаимодействующие с другими компонентами продукта и в меньшей мере, чем химически активные вещества, включающиеся в обменные процессы в организме человека. Эти вещества требуют к себе особого внимания лишь в тех случаях, когда их доза в пищевом продукте значительно превосходит обычные дозы добавок или когда они способны оседать на стенках кровеносных сосудов и могут изменить процессы переваривания и всасывания пищи.

Поскольку вещества, изменяющие консистенцию пищевых продуктов, применяют в довольно значительных количествах, то особое значение приобретает наличие в них примесей, появляющихся в процессе их производства: диоксида серы, консервантов, растворителей, отбеливателей, тяжелых металлов. Указанные примеси лимитируются.

Загустители, желеобразователи и студнеобразователи близки между собой по химической природе и представляют макромолекулы, в которых равномерно распределены гидрофильные группы. Вода из окружа-

ющей среды (пищевого продукта) вступает во взаимодействие с этими группами, теряет свою подвижность, что и приводит к изменению консистенции продукта. При взаимодействии загустителей с водой образуются вязкие растворы, студнеобразователей и желеобразователей с водой — гели. В связи с отсутствием принципиальной разницы между указанными веществами для удобства далее их называют загустителями.

Загустители — вещества растительного происхождения, за исключением желатина. К ним относятся камеди и слизи из различных растений, а также агар, пектин, альгинат натрия, производные крахмала и целлюлозы.

Желатин — линейный полипептид без вкуса и запаха, полученный из костей и кожи животных. В рыбной промышленности желатин используют для приготовления заливок и соусов при производстве консервов и кулинарных изделий.

В пищевой промышленности желатин применяется без количественных ограничений.

В качестве загустителей используют натуральные крахмалы и их модификации. Применяют следующие модифицированные виды крахмалов: амилаза, амилопектин, декстрины, крахмалы, обработанные кислотами, щелочами, ферментами, ацетилированные и фосфорилированные крахмалы, отбеленные крахмалы. Ограничений в количестве применяемых модифицированных крахмалов нет.

В качестве пищевых добавок применяют простые эфиры целлюлозы: метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, гидроксипропилметилцеллюлоза, этилгидроксипропилцеллюлоза и натрийкарбоксиметилцеллюлоза. В рыбной промышленности их применяют для повышения стойкости мороженой рыбной продукции при хранении, производстве рыбных паштетов, фаршевых изделий.

Простые эфиры целлюлозы безвредны для человека. Их суммарный прием с пищей не нормируется. В качестве наполнителя пищевых продуктов используют частично гидролизованную кислотой целлюлозу, называемую микрокристаллической целлюлозой. Она отличается от целлюлозы более короткой цепью и отсутствием ассоциативных цепей.

Микрокристаллическая целлюлоза не переваривается организмом и относится к безвредным веществам. Однако указывается на возможность проникновения ее в кровеносную систему через стенки кишечника, что ограничивает ее применение.

Пектины — природные полимеры D-галактурановой кислоты, карбоксильные группы которой частично этерифицированы метанолом. Их используют при производстве рыбных консервов, майонезов, соусов, паштетов. В организме человека переваривается до 90 % пектина.

Альгинаты применяют для производства пудингов, защитных покрытий для мороженой рыбы и др. Широко используют в качестве загустителя агар, около 30 % которого переваривается организмом человека.

В рыбной промышленности применяют кислые, нейтральные и щелочные фосфаты: соли ортофосфорной, пиррофосфорной и метафосфорной кислот как вещества, обладающие стабилизирующими, отбеливающими, эмульгирующими, антиокислительными свойствами. Они способствуют сдвигу pH среды, повышению растворимости белков, что в совокупности сказывается на консистенции продукции.

Вид соли или фосфатов их смесей выбирают в зависимости от поставленных технологических задач. Фосфаты не оказывают отрицательного влияния на гигиеническую оценку продукта, но внесение их в количестве, превышающем 0,5 % массы продукта, изменяет в нежелательную сторону вкус изделия.

Для получения тонкодисперсных устойчивых коллоидных систем применяют вещества, уменьшающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз, — эмульгаторы. В рыбной промышленности эмульгаторы используют для получения и стабилизации эмульсий жира в воде или воды в жире. Эмульгаторы имеют полярные и неполярные группы атомов, расположенные на двух противоположных концах молекулы. С целью улучшения гомогенности эмульсий и повышения их устойчивости в пищевой промышленности применяют стабилизаторы. У них в отличие от эмульгаторов гидроксильные группы распределены в молекуле равномерно. В качестве эмульгаторов применяют лецитины, получаемые в основном из растительных масел, жирные кислоты и их соли, спирты жирного ряда, моно- и диглицериды, сложные эфиры жирных кислот, сахара и сорбита, сапонины и производное хитина — хитозан. Большинство эмульгаторов относятся к пищевым продуктам и не являются инородными веществами в продуктах питания.

Интенсификаторы вкуса и ароматизаторы. Для улучшения органолептических свойств пищевых продуктов используют интенсификаторы вкуса — природные вещества, незначительные добавки которых усиливают те или иные вкусовые ощущения. Так, для улучшения вкусовых свойств многих пищевых продуктов, в том числе и рыбы, широко применяют глутаминат натрия и диатриевые соли инозината и гуанилата.

Для интенсификации вкуса и аромата рыбных продуктов используют рибонуклеотиды в смеси с глутаминатом натрия или мальтолом. Наиболее широко распространенный глутаминат натрия, применяемый отдельно или в сочетании с другими веществами, представляет собой мелкокристаллический белый порошок, легко и полностью растворяющийся в воде (в 100 частях воды при 20 °C растворяется 136 частей глутамината натрия). Министерством здравоохранения СССР предусмотрены следующие предельные суточные нормы потребления глутамината натрия: для людей до 16 лет — не более 0,5 г, от 16 лет и старше — 1,5 г. Исходя из этих норм, установлены нормы закладки глутамината натрия в пищевые продукты с учетом предполагаемого количества потребления изделия с интенсификатором. Собственный вкус глутамината натрия

незначительный, но он усиливает натуральный вкус продукта, к которому его добавляют.

Рецепторы вкуса человека ощущают присутствие глутамината натрия при растворении его в воде в соотношении 1:300. Применение глутамината натрия наиболее эффективно в продуктах с pH 5,5–6,5. Действие его по отношению к различным продуктам избирательно и максимально для рыбной, мясной и овощной продукции. Количество добавляемого к пищевым продуктам глутамината натрия обычно составляет 0,05–0,5 %, однако иногда достигает 1 %.

Интенсификаторы вкуса не только улучшают натуральный вкус продукции, но и маскируют отдельные отрицательные составляющие вкуса и запаха. Например, глутаминат натрия способен смягчать остроту лука, уменьшать привкус сырого мяса, металлический привкус продуктов и т. д. Нуклеотиды и глутаминат натрия подавляют такие нежелательные оттенки в запахе пищевых продуктов, как сульфидный, салистый, травянистый, химический и др.

Применяют также и ингибиторы вкуса, к которым, например, относится мальтол, подавляющий привкус горечи, гимнотрогенин, уменьшающий сладкий вкус и привкус горечи.

Говоря о значении интенсификаторов вкуса пищевых продуктов, следует, однако, помнить, что применение их должно быть строго ограниченным и соответствовать требованиям гигиены питания. Так, в качестве подслащивающих веществ не рекомендуется применять аминокислоты, поскольку это ведет к серьезному нарушению баланса аминокислот в пище. Большие дозы триптофана (3 г на 1 кг) в пище могут вызвать сильное психофармакологическое антидепрессивное действие.

Большинство природных ароматических веществ летучи и весьма нестойки. Они быстро разрушаются под воздействием температуры и физико-химических процессов. Кроме того, возможности накопления ароматических веществ, участвующих в создании полноты вкусовых ощущений пищевых продуктов, весьма ограничены. В связи с этим в пищевой промышленности все более широкое применение находят ароматизаторы – препараты, употребляемые для изменения существующего аромата пищевых продуктов.

По характеру воздействия на аромат пищевых продуктов ароматизаторы можно классифицировать на три группы: 1) ароматизаторы, придающие аромат пищевым продуктам, ранее не имевшим никакого запаха; 2) ароматизаторы, восстанавливающие первоначальный аромат, утраченный во время обработки пищевых продуктов; 3) ароматизаторы, модифицирующие основной аромат при получении нового продукта.

По интенсивности действия различают ароматизаторы интенсивного действия, которые используют в разбавлении 1:2000 и выше; ароматизаторы средней интенсивности, разбавляемые в пределах от 1:25 до 1:2000, и ароматизаторы слабой интенсивности, которые применяют без разбавления.

К ароматизаторам относятся вещества естественного происхождения или синтетические. Кроме того, они могут представлять собой отдельные соединения или их комбинации. Получение ароматизаторов естественного происхождения связано с применением сложной технологии и аппаратуры для улавливания ароматических веществ, созданием условий для их удержания, конденсации, фиксирования в устойчивом состоянии. Их добавляют к продукту перед употреблением его в пищу. Ароматизация рыбных продуктов натуральными ароматизаторами получила широкое распространение.

Существенно улучшают органолептические свойства пищевых продуктов, возбуждают аппетит, способствуют лучшему усвоению пищи натуральные пряности, причем в умеренных дозах. Натуральные пряности как импортные (черный, белый и душистый перец, гвоздика, корица, мускатный орех и др.), так и отечественные (лавровый лист, тмин, кориандр, анис, красный жгучий перец и др.) применяют при производстве пряных и маринованных рыбных продуктов, а также рыбных консервов и пресервов. Пряности используют в сухом виде целыми или молотыми, а также в виде экстрактов. Распространение получили углекислотные экстракты пряностей, применение которых позволяет вырабатывать продукцию с более однородным по интенсивности запахом благодаря равномерному распределению ароматизатора.

Каждый вид пряностей имеет свой, типичный запах, который характеризуется как пряный, ароматичный, свойственный данному виду растения с указанием его интенсивности. Строго контролируется и не допускается посторонний запах в пряностях. В состав летучих ароматических веществ пряностей, так называемых эфирных масел, входят сложные эфиры, спирты, альдегиды, кетоны и углеводороды (алифатические и циклические). Содержание эфирных масел в пряностях зависит от их вида и колеблется в широких пределах (табл. 12).

Для количественного и качественного контроля получения пряных ароматизаторов и стадий технологического процесса уровень ароматизации рыбной продукции оценивают по характеристическим ароматограммам, полученным инструментальными методами. Между количеством закладываемых в продукцию пряностей и ее ароматом существует определенная зависимость, на основании которой (с учетом влияния времени хранения) устанавливают рекомендуемые дозы пряностей или их экстрактов.

В настоящее время стало возможным синтезировать некоторые природные ароматические вещества искусственным путем. Инструментальная оценка (хроматография, ИК-спектроскопия и др.) в сочетании с результатами органолептической оценки и математической обработкой данных позволяет приблизиться к получению объективной характеристики синтезированного аромата. При этом важное значение имеет знание характера действия, оказываемого ароматизирующими препаратами в отдельности или в сочетании с другими компонентами на органы чувств

12. Содержание и качественный состав эфирных масел в пряностях

Пряности	Содержание эфирных масел, %	Состав органических компонентов
Перец		
черный	1–3	Терпеновые соединения
белый	1	То же
душистый	2–4	Эвгенол, цинеон, кариофиллен, фелландрен, пальмитиновая кислота
Гвоздика	10–20	Эвгенол, ванилин
Корица	0,5–1,0	Коричный альдегид
Мускатный орех	8–15	Дипентен, борнеол, терпинеол, линалоол
Тмин	3–7	Карвон, карвеол, d-линонен
Лавровый лист	3–12	Цинеол
Кориандр	0,5–2,0	Кориандрол, цитрал, линалоол, пинен
Анис	2,5–6,0	Анетол

человека. Следует также учитывать, что в процессе ароматизации белковых рыбных продуктов происходит изменение запаха вследствие нарушения количественного соотношения компонентов, вызванного их избирательной адсорбцией. Создаваемый аромат формируется в продукте после введения имитатора запаха через несколько часов, когда устанавливается адсорбционно-десорбционное равновесие.

Имитировать аромат пищи гораздо сложнее, чем ее вкус. Имитатор запаха должен быть безвредным и содержать вещества, входящие в ароматическую композицию натурального продукта, или получаться в результате реакций, моделирующих процессы, свойственные тем, которые происходят в натуральных пищевых продуктах. Химические имитаторы запаха состоят, как правило, из 10–20 реакционноспособных веществ, которые легко изменяются при хранении на воздухе и взаимодействии друг с другом.

Использование синтетических ароматизаторов, интенсификаторов запаха и вкуса в рыбообработывающей промышленности разных стран относительно невелико. Перспективно улучшение аромата пищевых продуктов путем внесения меланоидинов, синтезированных в строго контролируемых условиях, и тщательного отбора исходных веществ реакции.

Для производства ароматизирующих веществ, создающих запах жареного продукта, применяют гидролизаты дрожжей, рыбы, яичного белка, сои, молочной сыворотки и т. д., к которым добавляют определенные аминокислоты (цистеин, метионин), а затем проводят реакцию Майяра с ксилозой, рибозой, фруктозой или глюкозой, а также с некоторыми жирами и жирными кислотами.

Так как ароматизирующие вещества, полученные в результате реакции Майяра, имеют сложный состав, не исключено, что некоторые из образованных веществ могут быть токсичными. Так, для получения ароматических веществ, имеющих вкус жареного мяса, не рекомендуется использовать аминокислоты триптофан и пролин во избежание образования нитрозаминов. Токсикологические исследования ароматических веществ, полученных на основе реакции Майяра, позволили выявить продукты, летальные дозы которых составляют от 100 до 400 мкг/кг. Исходя из этого и учитывая, что ароматические вещества содержатся в продуктах в следовых количествах, можно отнести эти вещества к благополучным в физиологическом отношении. Усилители аромата мяса, полученные на основе реакции Майяра, не оказывают неблагоприятного действия на организм человека и пригодны для использования в супах, вареных блюдах и других мясных продуктах в количестве 0,1–0,2 %.

Все большее применение находит получение ароматических веществ на основе достижений биотехнологии, в частности под действием ферментов (получение белковых гидролизатов, пластеинов, расщепление липидов) и в процессе метаболизма микроорганизмов (образование соединений, усиливающих действие ароматических веществ, формирование грибного запаха, получение так называемых ферментированных продуктов. Возможно также культивирование клеток и тканей с целью получения ароматических веществ.

За рубежом для имитации запаха продукции из морепродуктов (тунца, лосося, жареной и копченой рыбы, крабов, омаров, лангустов, мидий и др.) известны приправы, получившие название Seafood. Они могут быть использованы при переработке длительно хранившейся мороженой рыбной продукции, которая практически утратила первоначальный аромат, свойственный свежим морепродуктам. Сырьем для приготовления ароматизаторов с запахом морепродуктов могут служить разнообразные объекты, в том числе и морские водоросли, из которых ароматизаторы извлекают с помощью ферментативных и физических методов. Готовая продукция представляет собой ароматизаторы, относящиеся к различным классам соединений: спиртам, карбонильным соединениям, карбоновым кислотам, аминам, сульфосоединениям и др. Из спиртов используют 2-фенилэтанол, 3-метил-1-бутанол, 1-бутанол, 1-пентен-3-ол и др. Известно, что цис-3-гексен-1-ол под действием кислорода и света придает рыбным блюдам запах рыбьего жира. Среди насыщенных и ненасыщенных карбонильных соединений, число которых превышает 30, основными считают прежде всего 2-транс-4-цис-7-цисдекатриенол, 3,6,8-додекатриенол и ненасыщенные альдегиды с большой молекулярной массой. Приятный аромат приправам Seafood придает 2,4-пентадиенал в соединении с 2, 4, 5-триметил- β -3-оксазолином.

Образующиеся при взаимодействии полиненасыщенных жирных

кислот и продуктов их окисления с лизином летучие соединения обладают запахом, характерным для жареной рыбы.

Внешне приправы представляют собой порошки и пасты, хорошо растворимые в воде. Их широко применяют при изготовлении супов, соусов, фаршевых кулинарных изделий, деликатесных салатов из ракообразных. Кроме того, их используют в панировочных смесях и для ароматизации паштетов.

Для придания продуктам из рыбы запаха и вкуса копчености применяют коптильные препараты. Отечественной промышленностью выпускаются коптильные препараты ВНИИМП и ВНИИМП-1, разрешенные для внесения в продукт, и "Вахтоль", предназначенный для орошения поверхности продуктов.

Препарат ВНИИМП получают из конденсата дыма, образующегося при горении твердых пород дерева с ограниченным доступом воздуха. В состав препарата ВНИИМП входят до 50 индивидуальных соединений.

Препарат ВНИИМП-1 представляет собой композицию из 15 чистых химических соединений, растворенных в воде.

Специфический аромат, возникающий в копченых продуктах, является результатом воздействия на сенсорную систему человека не единичных соединений, а композиции из нескольких коптильных веществ, находящихся в определенном сбалансированном соотношении. Основу композиции составляет группа так называемых ключевых ароматизирующих веществ, входящих в фенольную фракцию коптильной среды. К ключевым веществам относятся гваякол, эвгенол, ванилин, циклотен, фенол, о-крезол.

Специфические, чисто вкусовые качества копченых изделий связаны преимущественно с проникновением в них кислотных коптильных компонентов, в том числе так называемых слабых кислот и других соединений, особенно таких, которые вступают во взаимодействие с компонентами продукта (с образованием новых вкусовых веществ), в частности соединений с активными карбонильными группами (ди- и поликарбонильные соединения и т. п.).

Консерванты. Цель применения и общие требования к консервантам были рассмотрены выше. Применяемая как консервант бензойная кислота представляет собой бесцветные игольчатые кристаллы (C_6H_5COOH). В воде растворяется плохо, поэтому применяют ее натриевую соль. Консервирующее действие проявляется в кислой среде (рН 2,5–3,5). Натриевая соль бензойной кислоты должна соответствовать требованиям ГОСТ 10521–78.

Сорбиновая кислота, выпускаемая в соответствии с ТУ 6-14-358–76, представляет собой кристаллическое вещество (C_9H_7COOH) со слабым кислым вкусом и запахом. Молекулярная масса 112,12. В воде растворяется плохо, поэтому применяют ее соль — сорбат натрия. Она подавляет

ет рост дрожжей и микроскопических грибов, на бактерии почти не действует. Консервирующая доза 0,05–0,1 %.

Антиокислители и их синергисты. При хранении рыбных продуктов в них проходят реакции взаимодействия с кислородом воздуха – ауто-окисление. Наибольший ущерб качеству продуктов приносит процесс окислительной порчи жира, приводящий к образованию продуктов окисления и полимеризации со специфическим неприятным вкусом и запахом, а также продуктов неблагоприятных в гигиеническом отношении.

Для улучшения стойкости продуктов, содержащих жиры в значительных количествах, применяют антиокислители и их синергисты. Антиокислители способны образовывать стабильные соединения с промежуточными продуктами окисления, чем блокируют цепную реакцию окисления.

Синергисты – вещества, не обладающие антиокислительными действиями, но усиливающие действие антиокислителей. В различных условиях одно и то же вещество может выступать в роли антиокислителя или синергиста. При этом следует учитывать факт присутствия в большинстве пищевых продуктов природных антиокислителей. При выборе антиокислителя учитывают его эффективность и термостойкость, а также безвредность.

В качестве антиокислителей используют токоферолы, эфиры галловой кислоты, производные флавоноидов и различные препараты, полученные из пищевых продуктов (экстракты), содержащие натуральные антиокислители и синергисты.

Натуральные антиокислители имеют повышенную эффективность в присутствии таких синергистов, как аскорбиновая кислота и ее производные, лимонная кислота.

Синтетические антиокислители представлены бутилгидроксанизолом и бутилгидрокситолуолом, часто применяемыми в сочетании с лимонной кислотой как синергистом. Регламентация применения антиокислителей и синергистов зависит от вида продукта и неодинакова в различных странах.

Однако общим соблюдаемым требованием является применение антиокислителей только в остро необходимых случаях.

§ 24. Моющие и дезинфицирующие средства

Для предотвращения бактериального загрязнения пищевых продуктов при соприкосновении с технологическим оборудованием применяют моющие и дезинфицирующие средства.

Применению моющих и дезинфицирующих средств предшествует механическая очистка оборудования от остатков продукта и многократная поочередная промывка холодной и горячей водой. Моющие и дезинфицирующие средства после определенной экспозиции смывают горячей, затем холодной водой.

Те или иные моющие средства применяют в зависимости от характера загрязнений. На рыбообрабатывающих предприятиях используют щелочные моющие средства, хорошо очищающие поверхности от жировых загрязнений, или последовательно используют щелочные и кислотные моющие средства.

Дезинфицирующие вещества оказывают бактерицидное действие при низких концентрациях и непродолжительном воздействии. Основные моющие и дезинфицирующие средства представлены следующими материалами.

Сода кальцинированная техническая (карбонат натрия, натрий углекислый), выпускаемая согласно ГОСТ 0689—75, представляет собой белый мелкокристаллический порошок. Выпускают соду I, II и III сортов с содержанием (в %) Na_2CO_3 соответственно не менее 98, 94 и 91; калия (в пересчете на K_2O) не более 2,3; 6,0 и 8,5; железа не более 0,02.

Сода каустическая (гидроксид натрия, едкий натр) соответствует ГОСТ 2263—71. Это белые непрозрачные куски с кристаллической структурой на изломе, очень гигроскопические, на воздухе расплывающиеся. Они хорошо растворяются в воде с выделением тепла. Выпускают соду каустическую четырех марок: ТР, ТХ-1, ТХ-2, ТД с содержанием NaOH соответственно 98,5, 97,0, 96,0 и 94 %.

Тринатрийфосфат технический соответствует ГОСТ 201—58. Это белая, желтоватая или розоватая кристаллическая масса, легко сплавляющаяся в монолит. Содержание тринатрийфосфата (как PO_4) — не менее 23,7 %; нерастворимого в воде остатка — не более 0,1 %.

Известь хлорная белильная соответствует ГОСТ 1692—58. Она представляет собой белый порошкообразный продукт, состоящий из смеси нейтрального и основного гипохлоритов кальция, хлорида кальция и др. При растворении в воде выделяет свободный хлор. Сильный антиокислитель. Содержание активных CaO и MgO в негашеной извести I, II и III сортов равно соответственно 90, 80 и 70 % (на сухое вещество).

Синтетический моющий препарат "Прогресс" вырабатывают в соответствии с ТУ 38-10719—71. Он представляет собой прозрачную жидкость от светло-желтого до янтарного цвета, в состав которой входят натриевые соли вторичных алкилсульфатов. Выпускают его марок 20 и 30 с содержанием вторичного активного алкилсульфата соответственно $20 \pm 1,0$ и 32 %.

Для бактерицидной обработки воздуха, рабочих поверхностей применяют источники ультрафиолетовых лучей. — бактерицидные лампы различных систем и мощностей.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. При производстве рыбных консервов, пресервов и особенно кулинарных изделий в качестве компонентов используют овощи, крупы, макаронные изделия. Какие цели достигаются при этом?

2. Среди требований, предъявляемых к пищевым добавкам, есть взаимоисключающие. Приведите примеры таких случаев и выскажите свое мнение относительно путей решения этих дилемм.

3. Имитация вкуса рыбных продуктов достигается проще, чем их запаха. Какие трудности встречаются при имитации запаха?

Глава 5. ТАРА

Тара — это емкости из различных материалов (древесины, картона, металла, стекла, пластмасс и др.), предназначенные для хранения и транспортирования продукции.

Для продукции рыбной промышленности используется широкий перечень различной тары, которую классифицируют по ряду признаков.

По выполняемым функциям тару подразделяют на потребительскую и транспортную.

Тара, в которую фасуется продукт на предприятии-изготовителе и в которой он поступает к потребителю, называется потребительской.

Вся рыбная продукция, поступающая в торговую сеть, должна фасоваться в потребительскую тару, так как при этом улучшаются ее сохранность, санитарно-гигиенические условия хранения и транспортирования, создается возможность для организации современных способов торговли.

Транспортная тара — это емкости или специальные конструкции, в которых помещают продукт, фасованный в потребительскую тару или без нее, для удобства выполнения транспортных и складских операций.

По механическим свойствам тару классифицируют на жесткую, полужесткую и мягкую.

К жесткой таре относят тару, способную сохранять свою форму под действием значительных внешних и внутренних нагрузок.

Полужесткая тара сохраняет форму при внутренней нагрузке, создаваемой укупоренной продукцией, и плохо выдерживает внешние нагрузки.

Мягкая тара (пустая и заполненная) форму не сохраняет.

В зависимости от материала, из которого изготовлена тара, различают деревянную, картонную, бумажную, металлическую, стеклянную, пластмассовую и комбинированную тару.

Для хранения и транспортирования рыбных продуктов выпускают из древесины бочки и ящики; из картона — пачки, ящики и барабаны; из бумаги — упаковочный материал, мешки; из металла — банки, коробки, лотки, тубы, контейнеры; из стекла — банки и бутылки; из пластмассы — бочки, ящики, банки; из комбинированных материалов — банки, пакеты, бутылки, лотки, ящики, контейнеры.

§ 25. Потребительская тара

Потребительская тара отличается большим разнообразием как по материалу, форме, вместимости, так и по назначению. Эта тара предназначена для хранения и транспортирования свежей, охлажденной, мороженой рыбы, а также соленой, копченой, вяленой и кулинарной продукции, консервов и пресервов.

Основные общие требования к таре, предназначенной для потребительского фасования, следующие: устойчивость к среде, определяемая составом и свойствами продукта; противокоррозионная устойчивость к внешней среде; прочность; легкость герметизации и вскрытия тары; термостойкость в широком диапазоне температур; удобство групповой упаковки в транспортную тару; непроницаемость для воды, пара, газов, ароматических веществ; небольшая масса и стоимость, привлекательный внешний вид; возможность повторного использования или легкость утилизации.

Внешнее оформление тары должно быть гигиеничным, привлекать потребителя иллюстрированной информацией о потребительских свойствах продукта, в частности о качестве, возможности хранения в домашних условиях и повторной упаковке продукта после частичного его использования, кулинарной обработке продукта.

Тару для рыбы и беспозвоночных, а также продукции из них выпускают в соответствии со стандартами. В них указаны размеры, масса, емкость тары, материал, из которого она изготовлена, механические характеристики, конструкция, гигиенические требования.

Вид материала потребительской тары выбирают в зависимости от вида продукта, условий и сроков его хранения. Например, для мороженой продукции тара должна обладать устойчивостью к низким температурам, влагоустойчивостью, паро- и газонепроницаемостью, изотермическими свойствами, герметичностью.

К специфическим требованиям, предъявляемым к таре для соленой рыбы, относится стойкость по отношению к поваренной соли и жирам. Важным свойством консервной тары является ее коррозионная устойчивость, герметичность, способность выдерживать избыточное внутреннее давление, возникающее при стерилизации.

Консервная тара. Основным видом консервной тары являются банки, бутылки, пакеты, изготовленные из различных материалов.

Жестяные банки. Основным материалом для изготовления консервной тары является белая жесь, которая пока сохраняет преимущества перед другими материалами.

Широкое применение белой жести для производства консервной тары вызвано ее свойствами. Она легко поддается обработке, характеризуется небольшой массой по сравнению с расфасованным в нее продуктом, достаточной прочностью, легко герметизируется, отличается высокой теплопроводностью.

Белая жечь представляет собой тонкую низкоуглеродистую сталь, покрытую с обеих сторон оловом. Белая жечь, используемая для производства консервной тары, классифицируется по способу покрытия оловом на жечь горячего лужения (ГЖК) и электролитического лужения (ЭЖК).

Жечь марки ГЖК изготовляют согласно ГОСТ 860—75, ЭЖК — ГОСТ 13345—85. По толщине оловянного покрытия различают жечь ГЖК I и II классов, а жечь ЭЖК — классов I, II и III, если толщина покрытия оловом одинаковая с обеих сторон, и классов ДI, ДII и ДIII, если покрытие с обеих сторон по толщине дифференцированное (табл. 13, 14). По степени твердости жечь ГЖК различают нормальной (А) и повышенной (Б) твердости, жечь ЭЖК — твердости А, В, С и D. Жечь ГЖК и ЭЖК выпускают в виде листов и рулонов. Для консервной тары жечь ЭЖК выпускают лакированной и обозначают ЭЖК-Л.

13. Требования к толщине оловянного покрытия и количеству олова в зависимости от класса жести ГЖК

Класс жести марки ГЖК	Толщина оловянного покрытия на одной стороне, мкм	Количество олова, нанесенное с обеих сторон, г/м ²
I	1,92—2,67	28,0—38,0
II	1,58—1,91	23,0—27,0

14. Требования к толщине оловянного покрытия и количеству олова в зависимости от класса жести ЭЖК-Л

Класс жести марки ЭЖК-Л	Толщина оловянного покрытия, мкм		Количество олова, нанесенное с каждой стороны, г/м ²	
	номинальная	минимальная	номинальное	минимальное
I	0,38	0,3	2,80	2,23
II	0,76	0,66	6,60	5,25
III	1,15	1,04	8,40	7,60
ДI	0,38/0,76	0,30/0,66	2,80/5,60	2,23/5,25
ДII	0,38/1,15	0,30/1,04	2,80/8,40	2,23/7,60
ДIII	0,76/1,15	0,66/1,04	5,60/8,40	5,25/7,60

П р и м е ч а н и е. Для дифференцированного покрытия значения даны для каждой стороны жести через косую черту.

Для изготовления белой жести используют сталь нескольких марок с определенным количеством углерода, марганца, кремния, фосфора, серы, хрома, никеля и мышьяка.

Для лужения консервной жести используют олово, в состав кото-

рого входит незначительное количество примесей мышьяка и свинца (соответственно 0,01 и 0,04 %).

Белую жечь в зависимости от толщины листа обозначают номерами. Для изготовления консервной тары в настоящее время используют жечь горячего лужения № 22-32, электролитического лужения — № 20-28.

Качество жести проверяют по состоянию поверхности, твердости, изгибу, вытяжке сферической лунки, массе олова, химической стойкости, эластичности, адгезии, прочности лакового покрытия в соответствии с методами контроля и нормативными требованиями.

Для повышения коррозионной стойкости тару из белой жести покрывают лаками или эмалями, основу которых составляют полимеры, способные образовывать прочные непрерывные пленки. К ним относятся естественные смолы, высыхающие масла, фенольные смолы. Растворителями служат скипидар и спирты. Кроме того, в состав лаков входят пластификаторы, наполнители, пигменты, ускорители высыхания лака. При введении пигмента и веществ, придающих лаку непрозрачность, получают эмали.

Эмаль, содержащую окись цинка, используют для покрытия банок, применяемых для производства консервов из рыбы, крабов и других ракообразных. Во время стерилизации таких продуктов выделяется значительное количество сернистых соединений, образующих темные сернистые соединения с железом банок, что отрицательно сказывается на внешнем виде продукции. Внесение в эмаль окиси цинка приводит к образованию сернистого цинка, имеющего белый цвет и незаметного на поверхности мяса.

Лаки и эмали для покрытия консервной тары должны быть механически прочными, эластичными, твердыми и теплостойкими, химически стойкими по отношению к продукту, безвредными для человека, а также не придавать продукту посторонних запаха и вкуса.

Выбор лака или эмали для лакирования материалов тары зависит от состава и свойств фасуемого в них продукта, условий использования тары, вида деталей банки.

Для оформления жестяной консервной тары используют белые, черные и цветные печатные краски и покровные лаки, придающие поверхности блеск, твердость, стойкость при стерилизации и защищающие отпечаток от механических повреждений.

Отечественной промышленностью выпускаются для грунтового покрытия эпоксидно-фенольные лаки ФЛ-559, ЭП-527, ЭП-547.

За рубежом большое внимание уделяют внедрению водоразбавленных лакокрасочных покрытий для консервных банок. Их изготавливают на основе различных композиций фенольных, эпоксидных, эпоксифиновых, виниловых, акриловых и других смол, содержащих большое количество гидроксильных групп, а также масляно-смоляных материалов, способствующих меньшему загрязнению окружающей среды. Вид покрытия и очередность его нанесения могут быть различными в зависимости от вида изделия.

Для герметизации закаточного шва в жестянобаночном производстве применяют уплотнительные пасты различного состава и свойств. В уплотнительных пастах в качестве эластичной основы используют латекс, поливинилхлорид, эпоксидные смолы и др.

По типу разбавителя пасты делятся на водные и растворительные. Для растворительных паст в качестве растворителя применяют толуол с гексаном, который быстро испаряется.

В отечественной практике используют следующие уплотнительные пасты: водно-аммиачная, марки ЛПУ-1П ("Севастополь"), ЛПУ-2П ("Дарекс") и их смеси в различных соотношениях.

Уплотнительные пасты не должны содержать вредных для человека примесей, быть стабильной вязкости, достаточной механической прочности, равномерно распределяться на обрабатываемой поверхности. На места соединения корпуса и крышки или доньшка пасты наносят методом налива для круглых банок и методом штемпелевания — для крышек фигурных банок.

После высушивания пасты на поверхности крышки образуется плотная пленка, которая должна быть сплошной, выдерживать высокую температуру во время стерилизации и механическую — при герметизации, быть стойкой при хранении консервов, заполнять зазоры в закаточном шве.

При изготовлении сборных жестяных банок для герметизации шва корпуса применяют так называемые припои, представляющие собой оловянно-свинцовый сплав с различными добавками марок ПОС-40, ПОССу-40-0,5 и др. Припои должны обладать высокой прочностью, пластичностью, однородностью состава, хорошо смачивать жечь.

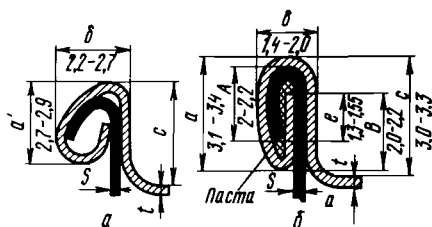
Банки из белой жести для консервов изготавливают согласно ГОСТ 5981-82, в соответствии с требованиями которого они подразделяются на два типа: I — сборные круглые и прямоугольные и II — цельные круглые и фигурные (прямоугольные, овальные, эллиптические). Количество типоразмеров банок I типа составляет более 35 единиц, II — до 20.

Наибольшее распространение получили круглые банки как сборные, так и цельные.

Сборная банка состоит из трех частей: корпуса, доньшка и крышки, изготавливаемых отдельно. Цельная банка отличается тем, что корпус и доньшко выполняются как одно целое одновременно.

Технология изготовления корпуса сборных банок круглых состоит в следующем: раскрой жести на бланки → подготовка бланка к формованию корпуса → формовка корпуса и склепывание продольного шва → пайка шва → отбортовка корпуса. Изготовление доньшек осуществляется в последовательности: раскрой материала на полосы → штамповка → подбивка фланца → нанесение уплотняющей пасты → сушка. Производство крышек для сборной консервной тары аналогично процессу изготовления доньшек. Присоединение доньшка к корпусу банки осуществляется с помощью специального соединительного герметичного шва,

Рис. 22. Форма и размеры двойного закаточного шва после первой (а) и второй (б) операций



который называется двойным закаточным. Двойной закаточный шов образуется пятью слоями жести, три из которых принадлежат доньшку, а два — корпусу банки. Процесс присоединения, называемый закатыванием, проводится в две операции, в результате последовательного выполнения которых оформляется двойной закаточный шов (рис. 22).

Важнейшее качество двойного закаточного шва — его герметичность — определяется правильностью размеров его, которая контролируется с помощью инструментов.

Цельные банки как круглые, так и фигурные изготовляют путем глубокой вытяжки плоской заготовки в полуу деталь. При этом происходит пластическая деформация жести со смещением объемов металла. Перемещение металла характеризуется удлинением заготовки в радиальном направлении и укорачиванием в тангенциальном. Процесс вытяжки банок сопровождается растяжением оловянного и лакового покрытий, в результате чего коррозионная стойкость банок снижается и возникает необходимость в дополнительном лакировании их внутренней поверхности.

К преимуществам цельных банок относятся: меньшая сложность их изготовления, отсутствие продольного шва, содержащего свинец и осложняющего закатывание банок, повышение прочности стенок банки при штамповании, экономия производственных площадей.

Однако цельные банки полностью не заменили сборных, так как возможно производство банок только с определенным соотношением высоты и диаметра (высота цельных банок не может превышать половину их диаметра). Кроме того, при производстве цельных банок к жести предъявляют более жесткие требования, а для сохранения высокой коррозионной устойчивости банок необходимо их повторное лакирование.

К готовым банкам предъявляют требования по герметичности, размерам, вместимости, состоянию внутренней и внешней поверхности, качеству отбортовки, четкости отпечатка на наружной поверхности банок, правильности передачи цвета.

Банки и крышки к ним укупоривают одним из приемлемых способов: в картонные ящики, в контейнеры укладывают на поддоны с укупоркой защитной усадочной пленкой и др. Температура хранения жестяной тары не ниже 4°C при относительной влажности не более 75 %.

Исключение составляют банки из нелакированной белой жести, которые хранят при более низкой относительной влажности воздуха — не более 65 %.

Тара из белой жести наряду с положительными свойствами обладает рядом недостатков. Для ее производства используется дефицитное олово, сбор и повторная утилизация которого затруднены. Тара из жести способствует накапливанию в продукции тяжелых металлов.

Осуществляется постоянное совершенствование жестяной тары в основном путем снижения толщины используемой жести, производства бесшовных банок (при наличии шва соединение корпуса производят сваркой внахлестку, при этом не используются тяжелые металлы в припое).

Одним из способов повышения конкурентоспособности жестяной тары явилась разработка жести с уменьшенным содержанием олова.

Снижение количества олова на производство жести достигается при электролитическом лужении, позволяющем более тонко регулировать слой оловянного покрытия, выполнять его дифференцированно на внешней и внутренней сторонах.

Жест с тонким оловянным покрытием имеет пониженную по сравнению с обычной белой жстью коррозионную устойчивость и требует применения более качественных лаков и эмалей, что, в свою очередь, вызывает необходимость их разработки.

Проводятся поиски путей использования безоловянных металлических материалов для консервной тары, в частности хромированной жести.

Хромированная жсть представляет собой стальную основу, на которую электролитическим способом нанесен тонкий слой хрома и пассивная пленка. Хромирование не является достаточной защитой от коррозии, поэтому применение ее зависит от коррозионной стойкости лакового покрытия.

При производстве рыбных консервов хромированную жсть используют мало.

К заменителям белой жести относится алюминий, применяемый для производства жесткой, полужесткой и мягкой консервной тары и упаковочного материала для рыбы и рыбной продукции.

А л ю м и н и е в ы е б а н к и. Преимущества алюминиевой тары состоят в более высокой теплопроводности, лучшей штампуемости, меньшей массе и легкости вскрытия по сравнению с жестяной.

Алюминий нетоксичен, хорошо отражает световые и тепловые лучи, менее дефицитен, чем олово.

Чистый алюминий обладает незначительной прочностью, поэтому в производстве консервной тары применяют его сплавы с марганцем и магнием, несмотря на их меньшую устойчивость к пищевым продуктам. В состав сплавов алюминия входят легирующие элементы, повышающие свойства сплава как материала для консервной тары.

На предприятиях рыбной промышленности используют алюминиевый сплав, отвечающий требованиям ТУ 1-2-394—79.

Алюминиевые сплавы выпускают в виде листов марок АЛКЛ и АЛПЛ для производства соответственно рыбной консервной и пресервной тары.

Алюминиевые листы АЛКЛ отвечают требованиям ТУ 15-06-267—81. Они должны быть лакированными с обеих сторон. Состав и количество слоев лака должны быть различными для внутренней и наружной сторон листа.

Алюминиевая лента вырабатывается по сортименту и используется следующим образом: АКЛ — алюминиевая консервная лента для изготовления цельных банок под консервы; АПЛ — алюминиевая пресервная лента для изготовления цельных банок и крышек под пресервы; АЛК — алюминий лакированный крышечный для изготовления крышек для алюминиевых банок.

Толщина алюминиевой ленты 0,25—0,39 мм, алюминиевых листов — 0,3 мм.

Качество алюминиевых листов и ленты контролируют в соответствии с требованиями нормативно-технических документов. В них указаны равномерность, гладкость, цвет и блеск лакового покрытия, отсутствие на поверхности дефектов (расслоений, трещин, пузырей, раковин, пережога, незалакированных участков), способность выдерживать соответствующие испытания на вытяжку и перегибы, глубокую штамповку и действие агрессивных сред.

Консервные банки из алюминия изготавливают согласно ГОСТ 5981—82 (как и жестяные банки) и ТУ 15-03-407—80, в которых указаны требования к новым типам алюминиевых банок.

Консервные банки из алюминия состоят из двух частей: корпуса с дном и крышки. Для придания большей прочности корпусу алюминиевых банок на их поверхность наносят поперечные или вертикальные уступы и канавки, называемые зигами (рис. 23).

Для повышения прочности доньшка и крышки на них выштамповывают бомбажные кольца. Для уплотнения закаточного шва применяют уплотнительные пасты.

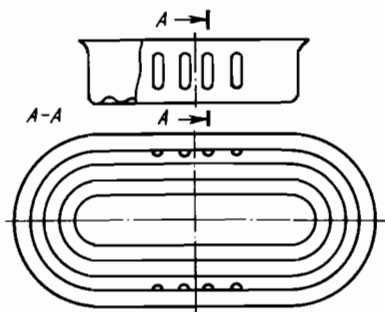


Рис. 23. Вертикальные зиги на алюминиевой банке

По способу изготовления различают алюминиевые банки цельные, штампованные вытяжкой без утонения стенок и штампованные вытяжкой с утонением.

Для рыбных консервов используют алюминиевые банки, изготовленные без утонения, а процесс штампования вытяжкой с утонением стенок применяют для производства более прочной тары, предназначенной для фасования газированных продуктов, где внутри банки создается более высокое давление, чем в консервах из рыбы.

По форме банки из алюминия различают круглые, конические и фигурные, что позволяет фасовать продукты различной формы и массы.

Алюминиевую тару по способу вскрытия выпускают двух конструктивных особенностей: 1) банки, крышки которых вскрывают с помощью консервного ножа; 2) банки легковскрываемые. Легкое вскрытие банки осуществляется за счет отрыва крышки по контуру предварительно нанесенного надруба (насечки). Для захвата крышки на границе надруба к удаляемому участку прикрепляют специальное приспособление в виде кольца или пластинки с закругленными краями ("язычка").

Разновидностью алюминиевой тары являются тубы, представляющие собой полые цилиндры, сплюснутые с одного конца и закрытые доньшком с выступающим носиком, завинченным колпачком (бушоном).

Тубы предназначены для фасования однородных по консистенции продуктов. Они удобны при частичном использовании продукта за один прием, так как надежно герметизируются после вскрытия.

Тубы изготовляют путем глубокой вытяжки на прессах с последующим лакированием внутренней и наружной сторон. Для герметизации носика тубы используют колпачки из пластмассы с прокладкой из пищевой резины или другого уплотняющего материала, разрешенного для применения в пищевой промышленности. Хвостовая часть тубы, через которую происходит наполнение продуктом и которая затем герметизируется, имеет слой уплотнительной пасты, обеспечивающей герметичность шва.

Основным недостатком консервной алюминиевой тары является ее значительная повреждаемость от перепада давлений во время стерилизации.

Стекл а н н ы е б а н к и. В рыбной промышленности стеклянную тару применяют в ограниченных масштабах в связи с ее большой массой, механической и термической непрочностью, а также непрочностью удержания крышек на банках при стерилизации. В СССР стеклянные банки используют в основном для фасования деликатесных пресервов и рыбной икры. Стеклянные банки различают по способу укупоривания, вместимости, диаметру горловины и форме. Стеклянные банки имеют круглую горловину, цилиндрическую или коническую форму корпуса. Вместимость стеклянных банок, используемых в рыбной промышленности, колеблется от 100 до 500 см³.

Для изготовления стеклянных банок используют стекломассу определенного состава (марки БТ-1, ПТ-1, ПТ-2), отвечающую требованиям ОСТ 21-51-82, бесцветную или имеющую голубоватый или зеленоватый оттенки.

Готовые банки должны удовлетворять по качеству требованиям ОСТ 21-28-84. Они должны быть термостойкими, иметь правильную форму и размеры, быть химически стойкими, не иметь на поверхности и внутри стекла дефектов, инородных включений.

Различают три типа укупорки, а соответственно и венчика горловины стеклянных банок: тип I — обкатный (СКО), тип II — обжимной ("Еврокап"), тип III — резьбовой ("Твист-Офф"). Профили венчиков каждого из трех типов укупорки стеклянной тары приведены на рис. 24.

Крышки для стеклянных банок СКО (тип I) изготавливают из металла по ОСТ 18-178-77.

Уплотнение соединений стеклянной тары СКО с крышкой осуществляют с помощью резиновых колец прямоугольного сечения и диаметром, соответствующим диаметру тары.

Поверхность колец должна быть гладкой, без швов, пор и складок. Кольца должны быть стойкими к стерилизуемому продукту, выдерживать высокие температуры стерилизации, усилия во время укупорки банок. Для укупорки "Еврокап" (тип II) и "Твист-Офф" (тип III) крышки выпускают в соответствии с ГОСТ 5717-71. Изготовленные из белой лакированной жести повышенной прочности, они имеют торцевую уплотнительную прокладку, которая должна быть достаточно термостойкой, коррозионно-устойчивой, иметь высокую сопротивляемость механическим воздействиям, быть равномерно нанесенной и обеспечивать легкость отвинчивания, что достигается введением специальных добавок.

Транспортная тара для стеклянных банок должна предохранять ее от механических воздействий и загрязнения.

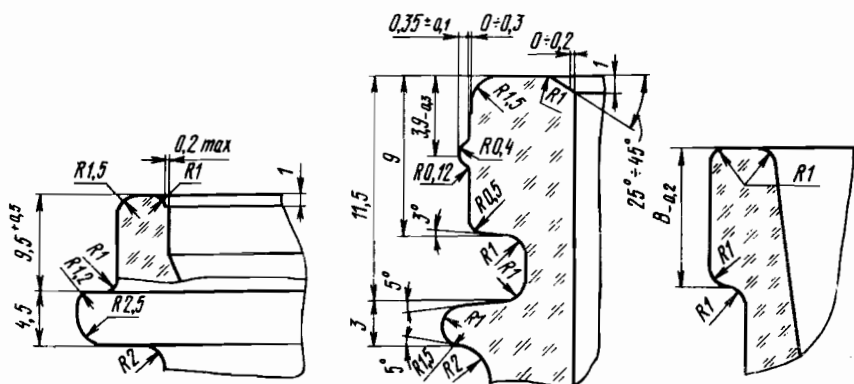


Рис. 24. Профили венчиков горловины стеклянной тары различных типов (I — III)

Стеклянная тара для консервов и пресервов претерпевает ряд усовершенствований, направленных на уменьшение массы банок, повышение их механической и термической прочности, придание банкам формы, наиболее удобной для размещения в транспортной таре. По-прежнему стеклянная тара ценится своей химической устойчивостью к продукту и внешним условиям, а также прозрачностью, позволяющей демонстрировать содержимое потребителю без вскрытия банки.

Полиэтиленовые банки и банки из комбинированных материалов. Отечественной промышленностью для фасования рыбных пресервов выпускаются банки из полимерных материалов. Производство стерилизуемых полимерных банок для рыбных консервов в настоящее время не осуществляется.

В то же время они могут изготавливаться из полиэтилена низкого давления, полипропилена.

Отечественная промышленность выпускает комбинированный материал на основе алюминиевой фольги для производства консервной полужесткой тары под названием ламистер. Его производят из лакированной алюминиевой фольги толщиной 40–130 мкм, ламинированной полипропиленом толщиной 50 мкм. Полипропиленовую пленку приклеивают к фольге специальным клеем методом сухого каширования. Внешнюю сторону фольги покрывают лаком для защиты от коррозии и придания товарного вида.

Банки из ламистера выпускают цельные круглые и конические по ТУ 15-05-189–85 и ТУ 15-742–86 вместимостью от 100 до 400 см³.

Основным способом герметизации ламистера является термоконтактное приваривание пленочной крышки, помещенной на заполненную емкость.

При этом верхний сваривающий элемент должен иметь температуру 250–300 °С, нижний – 80–100 °С. Давление должно быть 0,4–1,0 кПа. Продолжительность сварки не более 1 с.

Мягкая упаковка для консервов представлена эластичными пакетами, вместимость которых колеблется от нескольких десятков миллилитров до сотен и даже тысяч литров.

Для изготовления пакетов используют многослойные материалы, природа, чередование и число компонентов которых определяются видом продукта, длительностью и условиями его транспортирования и хранения, а также экономическими факторами.

Для продукции асептического консервирования используют разные виды прогрессивной тары: полужесткую из комбинированных материалов и мягкую из различных полимерных пленок.

В связи с меньшим объемом и массой комбинированной тары для консервов по сравнению с жестяной и стеклянной снижаются потребности в транспортной таре.

Консервная комбинированная мягкая тара по сравнению с жесткой обладает меньшей толщиной, поэтому процесс стерилизации происходит

в ней быстрее, в связи с чем лучше сохраняются термолабильные компоненты консервов.

Из полимерных и комбинированных материалов, кроме консервной тары, можно изготавливать упаковку для широкого ассортимента пищевых продуктов различной консистенции, в том числе и потребительскую тару для рыбных продуктов.

Полимерная тара. Широко распространена полужесткая потребительская тара, получаемая из полимерных материалов. Полужесткая полимерная тара представлена мелкими банками, стаканами, бутылками различной формы. Для изготовления тары используют полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол. Полиэтилен применяют двух видов — высокого и низкого давления. Полиэтилен высокого давления (низкой плотности) получают полимеризацией при высоком давлении этилена в соответствии с ГОСТ 16337—77. Полиэтилен низкого давления (высокой плотности) получают полимеризацией этилена при низком давлении в соответствии с ГОСТ 16338—77. Оба вида полиэтилена выпускают нескольких марок, среди которых различают группу базовых марок, не содержащих никаких добавок, и группу композиций, включающих добавки в виде стабилизаторов и красителей.

Полиэтилен химически устойчив к действию кислот, оснований, растворов солей, многих органических жидкостей, а также пищевых сред, за исключением жиров. Полиэтилен малопроницаем для водяных паров, но проницаем для кислорода и диоксида углерода.

Полиэтилен низкого давления (высокой плотности) обладает большей теплостойкостью, прочностью и более низкой газо- и ароматопроницаемостью по сравнению с полиэтиленом высокого давления (низкой плотности).

К недостаткам полиэтилена относится его способность к растрескиванию и старению.

Качество полиэтилена определяется его плотностью, текучестью расплава, количеством включений, стойкостью к термоокислительному и фотоокислительному старению и растрескиванию, содержанием золы, относительным удлинением при разрыве, упругостью при изгибе.

Для изготовления тары, контактирующей с рыбными продуктами, используют определенные марки полиэтилена, при этом применение каждой марки полиэтилена, как и всех других полимеров, санкционируется органами санитарного надзора для каждого конкретного вида продукции.

Полистирол является продуктом полимеризации стирола. Он относится к полимерам с высокой химической устойчивостью, легкостью, прочностью, отличается низкой стоимостью. В то же время полистирол недостаточно термостоек и обладает большой хрупкостью.

Для изготовления тары для рыбных продуктов используют полистирол ударопрочный, представляющий собой сополимер стирола с каучуком марок УПС-0801, УПС-0803 Л, УПМ-0503, УПМ-0508.

В зависимости от назначения полистирол ударопрочный выпускают термо- или светостабилизированным. Качество ударопрочного полистирола характеризуется показателями: ударной вязкостью, прочностью и удлинением при разрыве, текучестью расплава, термической усадкой, содержанием воды и остаточного мономера (стирола).

Для изготовления тары, контактирующей с рыбными продуктами, органами здравоохранения СССР разрешены те марки ударопрочного полистирола, в водной вытяжке которого содержится не более 0,01 мг/л стирола.

Стирол обладает характерным неприятным, пластмассоподобным химическим запахом и привкусом. Он вызывает профессиональные травмы при высоких концентрациях: раздражение глаз, носовой полости, кожи, горла, отравление печени, угнетение центральной нервной системы и лимфоцитные хромосомные отклонения. В концентрациях ниже порога токсичности стирол оказывается безопасным, однако придает продуктам неприятные запах и привкус, проникая в продукт во время хранения. Возрастание интенсивности запаха и привкуса стирола зависит от его концентрации в полимере, вида пищевого продукта, времени контакта с продуктом. Посторонние вкус и запах, вызванные присутствием стирола, ощущаются при его концентрации в несколько частей на миллион.

Наиболее рациональным способом предупреждения неприятных запаха и привкуса стирола является совершенствование технологии получения полистирола с низким содержанием мономера.

Поливинилхлорид для изготовления тары применяют в виде полимеров или сополимеров винилхлорида.

Поливинилхлорид обладает высокой химической стойкостью, в том числе к жирам, низкой паро-, газо- и водопроницаемостью, легко термостваривается.

Из полимерных материалов отечественной промышленностью в соответствии с ОСТ 15-128-76 выпускается более 30 типоразмеров круглых и прямоугольных банок для рыбных пресервов и кулинарных изделий. Вместимость банок составляет от 30 до 3000 см³. В зависимости от способа присоединения крышки различают банки с неплотной и плотной укупоркой, с привариваемой крышкой и открытые.

Полимерные банки изготавливают методами экструзионно-выдувного формования, термоформования и литья под давлением.

При экструзионно-выдувном способе изготовления полимерной тары из нагретого материала выдавливают трубчатую заготовку, которая затем выдувается в объемное изделие нужной формы и размера. Этим способом производится тара в основном из полиэтилена и поливинилхлорида.

При литье под давлением полимер размягчается до вязкотекучего состояния и впрыскивается под давлением в литевную форму, где затвердевает в готовое изделие.

Способ термоформования тары состоит в нагревании листов полимерного материала, последующей вытяжке в нужной форме и высечке готового изделия.

Основным недостатком изготовления тары термоформованием является необходимость предварительного формования полимера в листовую материал определенных геометрических размеров.

Полимерные банки должны отвечать гигиеническим требованиям. Они не должны выделять в продукты веществ, вредных для здоровья человека или отрицательно влияющих на органолептические свойства продукта, укупоренного в них. В вытяжках из полиэтилена, используемого для банок, содержание формальдегида не должно превышать 0,1 мг/л, из полистирола — содержание стирола не более 0,01 мг/л, из поливинилхлорида — содержание диоктилфталата не более 2 мг/л. Окисляемость вытяжек всех полимеров — не выше 3 мг O_2 /л, бромлирующих веществ — 1 мг Br_2 /л. Готовые банки должны иметь достаточную формуустойчивость, прочностные показатели при статических нагрузках, ударах и вибрации, соответствующие геометрические размеры и класс, шероховатость поверхности.

Укупорка полимерных банок производится различными способами в зависимости от вида продукта: путем плотной посадки крышки, замковым соединением, когда крышка и корпус имеют специальный профиль, термосвариванием. Надпись, содержащую наименование продукции и реквизиты, наносят на крышку или корпус банки известными способами.

В качестве мягкой тары из полимерных материалов для фасования рыбной продукции используют пленочные пакеты различных размеров, изготавливаемые термосвариванием в соответствии с ОСТ 15-160-77.

Для изготовления пакетов применяют полиэтиленовую, полиэтиленцеллофановую и другие полимерные пленки, разрешенные органами здравоохранения СССР для контакта с рыбными продуктами. Пленки должны иметь целую без трещин и разрывов поверхность, не придавать продуктам посторонних вкуса и запаха, иметь определенные физико-механические показатели, влажность, паро-, водо- и газонепроницаемость.

Пакеты, изготовленные из полимерных пленок, должны иметь прочные, ровные без пропусков швы, могут выпускаться без рисунка, с одно- или многоцветным рисунком.

Для нанесения рисунка на полимерную тару используют краски, прочно закрепляемые на поверхности изделия, дающие четкий, хорошо читаемый отпечаток и разрешенные органами здравоохранения СССР для контакта с пищевыми продуктами.

Соблюдение требований к гигиеническим свойствам полимерной тары строго необходимо, так как возможна хотя и незначительная миграция оловоорганического стабилизатора, используемого при производстве поливинилхлоридной пленки в продукт, упакованный в тару

из нее, а красители, применяемые для литографирования и печати на упаковках и этикетках, могут быть канцерогенными.

Тара из комбинированных материалов. При упаковке продукции большое распространение получают комбинированные многослойные материалы на основе алюминиевой фольги, бумаги и полимеров. В зависимости от структуры комбинированного материала различают жесткую, полужесткую и мягкую тару, в том числе и консервную. При различных сочетаниях слоев получают композиционный пластик с заданным комплексом свойств.

Алюминиевая фольга, входящая в состав некоторых комбинированных пленок, выполняет роль барьерного слоя, препятствующего проникновению света, газа, влаги, ароматических веществ.

Внешний полимерный слой защищает фольгу, а также упаковку в целом в основном от механических воздействий.

Внутренний слой, называемый технологическим, обеспечивает качественную герметизацию упаковок с помощью термической сварки и защиту упаковываемого продукта от алюминиевой фольги.

Внешний слой комбинированных пленочных материалов составляют полимерные пленки, обладающие высокой прочностью, но не способные к термической сварке: пленки из полиэфира, полипропилена, полиамида, целлофана и др.

Внутренний слой, соприкасающийся с продуктом, выбирают из полимеров полиолефинового ряда, чаще всего полиэтилена низкой плотности.

Комбинированные материалы на основе алюминиевой фольги технологичны, обладают хорошими санитарно-гигиеническими свойствами, устойчивы к тепловому воздействию (горячий разлив, пастеризация, стерилизация), сохраняют свои свойства в процессе переработки и хранения в контакте с пищевыми продуктами.

Существуют различные модификации полужесткой тары из комбинированных материалов, отличающиеся конструктивными особенностями, видом используемых полимеров, количеством слоев материала.

Комбинированную тару в виде пакетов из бумаги, алюминиевой фольги и полиэтилена на отечественных предприятиях используют для расфасовки сыпучих рыбных продуктов (супов).

За рубежом относительно новым материалом для производства упаковки являются металлизированные полимерные пленки из полиэфира, нейлона и полипропилена. Для металлизации пленок используют алюминий, который наносят толщиной примерно 0,025 мкм. Упаковка, изготовленная из металлизированной пленки, отличается высокой паро- и кислородонепроницаемостью, блеском, обладает антистатическими свойствами, она более устойчива по сравнению с комбинированными материалами к изгибающим нагрузкам. Ассортимент металлизированных полимерных пленок широк и постоянно расширяется.

Более дешевым материалом для упаковки пищевых продуктов является металлизированная бумага, которая применяется для упаковки и этикетирования пищевых продуктов. Бумагу перед металлизацией лакируют, а после металлиза-

ции наносят на поверхность вододисперсионное или другое покрытие, позволяющее качественно наносить печать.

Интенсивно развивается производство многослойных материалов на основе таких пластиков, как сополимеры этилена и винилового спирта (EVAL), этилена и пропилена (EPC).

Важным свойством упаковочного материала этого типа является его кислородопроницаемость. Низкой кислородопроницаемостью обладают пленки саран, представляющие собой экструдированный ламинат поливинилхлорида и поливинилиденхлорида, целлофан, покрытый сараном, полиэфир, покрытый сараном, нейлон, EVAL, EPC и др.

Разновидностью вакуумной упаковки является контурная упаковка, когда пленка плотно прилегает к поверхности продукта, повторяя его форму.

Распространяется упаковка в растягивающуюся пленку, когда продукт предварительно укладывают на жесткую подложку, а сверху прикрывают растягивающейся пленкой.

Для быстрозамороженных готовых блюд используют в основном лотки из алюминиевой фольги, пластмассы или картона, последние предпочтительнее в связи с возможностью быстрого разогрева продукции в микроволновых печах. Лотки закрываются крышкой из различных комбинированных материалов с термопластическим покрытием (полиэтилен или полипропилен), которые термосваривают с лотком.

Для упаковки замороженных готовых блюд создан ряд полимерных материалов, обладающих устойчивостью к низким температурам, длительному низкотемпературному хранению, они представляют собой двух-, трех- и многослойные пленки.

При изготовлении лотков для готовых мороженных блюд используют полиэтилентерефталат, сочетающий такие свойства, как прочность, низкая газопроницаемость, прозрачность и эластичность. К существенному недостатку полиэтилентерефталата относится его высокая стоимость, превосходящая стоимость подобных лотков из алюминия. Однако экономически его использование оправдывает возможность применения микроволновой техники для быстрого разогрева продуктов непосредственно в упаковке. Тару из полиэтилентерефталата можно использовать повторно.

В качестве нового вида тары для охлажденного рыбного филе используют коробки, изготовленные из хромированной стали, покрытые с двух сторон пищевым лаком, устойчивым к действию агрессивных сред. Коробки укупоривают крышками с помощью откидных замков.

Новой разновидностью мягкой упаковки для пищевых продуктов, в том числе и для асептического консервирования, является "пакет в ящике" (Bag-in-Box), отнесенный к универсальным как по типу расфасовываемого продукта, так и по размеру, форме и вместимости. В этой упаковке пакет из мягкого материала помещают во внешний каркас, в качестве которого могут быть использованы ящики из гофрированного картона, полимерных материалов, оболочки различных конструкций и материалов. Конструкция упаковки предусматривает элементы для заполнения пакета, его герметизации, сливную и запорную арматуру. Укладка мягкой упаковки в прочный каркас может производиться до и после его наполнения продуктом и герметизации.

Для облегчения санитарно-гигиенического контроля герметично укупориваемая новая тара снабжается приспособлениями, за счет которых преднамеренное вскрытие тары не может пройти незамеченным. Примером таких приспособлений служат дополнительная обтяжка картонной тары усадочной или растягивающейся пленкой, крышки с отделяющейся при вскрытии частью, специальные разрушающиеся мембраны в крышках, обтяжка сигнальными лентами, использование обтягивающих крышку колпачков.

Картонная тара. В качестве потребительской тары используют пачки из картона или комбинированных материалов. Отечественная промышленность для фасования рыбной продукции изготавливает пачки согласно ГОСТ 12303-80. Предусматривается выпуск пачек, различающихся по конструкции, способу соединения, форме, соотношению сторон, толщине материала, вместимости. Вид пачек выбирают в зависимости от вида фасуемой продукции.

Для изготовления пачек используют коробочный картон, отвечающий требованиям ГОСТ 7933-84 нескольких марок.

Коробки для потребительских упаковок обычно собирают из заранее раскроенных заготовок, используя замковое соединение, термосваривание или склеивание адгезионным материалом или клеевой лентой.

Бумага и картон упаковки в некоторых случаях могут придать продукции неприятный запах, вызванный продуктами преобразования фенолов.

Свободные фенолы имеют характерный химический, медицинский или асептически подобный запах, часто сопровождаемый щиплющим привкусом. В связи с высокой пороговой концентрацией фенолов они редко бывают ответственны за придание продуктам неприятного запаха и привкуса. Однако вероятность влияния на органолептические свойства продуктов возрастает при образовании хлорфенолов, которые обладают подобным фенольному вкусу и запаху, но при более низкой пороговой концентрации. Последующая реакция метилирования хлорфенолов приводит к образованию хлоранизолов, которые принадлежат к наиболее сильно пахнущим веществам, но с качественно отличным неприятным запахом плесени и землистым, который описывается еще как "запах скверны". Поэтому приемлемый материал с примесью свободных фенолов гораздо ниже пороговой концентрации может измениться во время обработки и привести к образованию сильного неприятного запаха. Подобные запахи, а следовательно, и дефекты продукции могут быть сообщены продуктам бумажной и картонной тарой, для производства которой применяли макулатуру, ранее содержавшую хлорфенолы, а также клеями для приклеивания этикеток и содержащими незначительные количества хлорфенолов в качестве консервантов. Возможность превращения хлорфенолов в хлоранизолы в этих случаях ведет к образованию неприятного запаха продукта. Надежным способом предотвращения подобных дефектов является лимитирование содержания хлорфенолов не только в сырье, но и в материалах тары.

§ 26. Транспортная тара

Транспортная тара, в том числе и внутрицеховая, используется на всех этапах производства, транспортирования и хранения рыбной продукции.

В рыбной промышленности в настоящее время применяют транспортную тару, изготовленную из традиционного материала — древесины (деревянная тара и картонная), а также из полимерных материалов.

Деревянная тара. В рыбной промышленности из дерева производят бочки и ящики. Материалом для производства деревянной тары служит круглый лесоматериал из лиственных и хвойных пород деревьев. Круглый лесоматериал должен отвечать определенным требованиям по плотности, прочности, длине и толщине, количеству сучков, пасынков, поражению грибом, наличию трещин, червоточин.

Лесоматериалы распиливают на пиломатериалы, которые непосредственно используются в производстве деревянной тары. Пиломатериалы различаются по размерам сечения, толщине, длине, качеству обработки, влажности.

На изготовление деталей бочек и ящиков (клепки и ящичной дощечки) используют высококачественную часть пиломатериалов.

В зависимости от вида фасуемой продукции используют бочки сухотарные (для продукции, не содержащей жидкой части) и заливные (для продукции, содержащей водные растворы, например, поваренной соли).

В рыбной промышленности применяют в основном деревянные заливные бочки, в которые расфасовывают соленую и маринованную продукцию и соленые полуфабрикаты для копильного производства.

Для приготовления бочек применяют лиственные (осину, липу, березу, бук, дуб) и хвойные (ель, пихту, сосну, кедр, лиственницу) породы деревьев. Бочки изготовляют в соответствии с ГОСТ 8777—80 вместимостью от 5 до 250 л. Остов и дно бочки собирают из клепок, размеры которых зависят от вместимости бочки, без применения гвоздей.

Для изготовления бочек в качестве крепежного приспособления используют стальные обручи.

Деревянные ящики, служащие транспортной тарой, выпускают трех типов, которые различаются по конструкции: плотные, решетчатые с цельными или составными торцовыми стенками, а также торцовыми стенками, собранными на двух и четырех планках.

Ящики различают также по предельной массе вмещаемого груза, которая колеблется от 15 до 200 кг. Для соединения деталей ящиков и дополнительного их крепления используют гвозди, скобы, проволоку, металлическую ленту.

Для упаковки каждого вида рыбной продукции и консервов в деревянные ящики последние должны, кроме общих, отвечать еще дополнительным требованиям. Например, для рыбы горячего и холодного копчения используют ящики с предельной загрузкой 35 кг. Требования к деревянным ящикам, предназначенным для рыбной продукции определенного вида, содержатся в нормативно-технической документации на нее.

К достоинствам деревянной тары относятся ее прочность, водостой-

кость, возможность транспортирования в разобранном виде, повторное использование, простота укупорки.

К недостаткам деревянной тары относятся ее большая масса по сравнению с расфасованным продуктом, высокая стоимость, неудобство при санитарно-гигиенической обработке, расходование ценного материала — древесины.

Картонная тара. Картонная транспортная тара представлена картонными ящиками и барабанами. Для изготовления ящиков применяется гофрированный картон, сырьем для изготовления которого служит картон для плоских слоев, бумага и клей.

Картон для плоских слоев должен соответствовать требованиям ГОСТ 7420—78. Картон в зависимости от качества выпускают марок К-0, К-1, К-2, К-3, К-4 в виде рулонов определенных габаритов, массы и механических свойств, влажностью и способностью впитывать воду.

Бумага для гофрирования должна соответствовать ГОСТ 7377—69. Для производства гофрированного картона используют марки бумаги Б-1, Б-2 и Б-3, различающиеся по составу, массе единицы площади, толщине слоя, механическим характеристикам.

Гофрированный картон производят двух типов, каждый из которых так же, как и материал, представлен несколькими марками.

Тип гофрированного картона определяется количеством слоев: тип Т — трехслойный гофрированный картон, состоящий из двух плоских и одного гофрированного слоя; тип П — пятислойный, состоящий из трех плоских и двух гофрированных слоев, чередующихся с плоскими.

Марка каждого типа картона различается в зависимости от его качества. Гофрированный картон типа Т выпускают марок Т-0, Т-1, Т-2, Т-3 и Т-4, типа П — марок П-1, П-2 и П-3.

Для производства гофрированного картона используют бумагу с различными гофрами, различающимися высотой и шагом: крупный — типа А, средний — типа С, мелкий — типа В.

Ящики из гофрированного картона изготавливают складными с четырехклапанным дном и крышкой, различающимися по размерам, вместимости, способности выдерживать нагрузку.

По качеству гофрированные ящики для рыбной промышленности должны удовлетворять ГОСТ 9142—84, в котором указаны размеры, сопротивление сжатию, перевалкам, ударам при свободном падении.

Для склеивания ящиков применяют различные материалы, в том числе поливинилацетатную дисперсию или клей из растворимого силиката натрия.

Кроме названных четырехклапанных ящиков из гофрированного картона, изготавливают ящики других конструкций.

За рубежом распространена тара каркасного типа. В металлический каркас из нержавеющей стали вставляют ящик из влагостойкого картона (гофрированного или гладкого) или из пластмассы. При транс-

портировании каркасы складывают один в другой. Это прочная, долговечная тара.

Навивные картонные барабаны, применяемые для фасования мелкой соленой рыбы, выпускают нескольких видов. Они различаются по материалу дна и крышки и способу их крепления, а также вместимости.

Одним из способов совершенствования картонной тары является повышение ее влагостойкости путем ламинирования полимерными пленками.

Пластмассовая тара. Среди транспортной тары значительное место занимает пластмассовая тара, обладающая такими преимуществами, как легкость санитарной обработки, небольшая масса, достаточная прочность, долговечность.

Для хранения и перевозки соленой рыбы, рыбы пряного посола, витаминизированного рыбного жира применяют пластмассовые бочки, обладающие достаточной прочностью при их штабелировании в несколько ярусов в горизонтальном положении.

Бочки изготавливают в соответствии с ОСТ 15-68-74 из полиэтилена низкого и высокого давления, допущенного для контакта с пищевыми продуктами. Корпус бочки выполняют методом экструзии, крышки — литьем под давлением. Вместимость бочек от 5 до 55 л.

Бочки должны обладать высоким сопротивлением удару при свободном падении, сжатию при штабелировании, иметь соответствующие размеры, вместимость, массу, гладкую без трещин и отверстий поверхность. Количество формальдегида в водной и уксусной вытяжках из материала бочки не должно превышать 0,1 мг/л. На боковой поверхности бочки должна располагаться маркировка с данными о вместимости, заводе, дате изготовления и др.

В качестве тары изготавливают полимерные ящики, которые применяют для транспортных целей и хранения рыбного сырья, полуфабрикатов, охлажденной и мороженой рыбы, рыбы специальной разделки, соленой, копченой и кулинарной продукции.

Ящики полимерные и крышки к ним изготавливают в соответствии с ОСТ 15-195-78 из базовых марок полиэтилена низкого давления и его композиций, а также некоторых марок полиэтилена высокого давления, полипропилена, полистирола.

Различают ящики со съемной крышкой (тип I) и открытые (тип II) объемом от 10 до 38 дм³.

Ящики и крышки изготавливают методом литья под давлением. Готовые изделия должны отвечать следующим требованиям: выдерживать определенное сопротивление на сжатие, удар при свободном падении, иметь гладкую без повреждений поверхность, стандартные массу, габариты и толщину стенок.

Достоинством конструкции пластмассовых ящиков является удобство их механизированной погрузки и разгрузки, наличие дренажных отверстий в дне для стока воды при таянии льда во время перевозки рыбы, пересыпанной льдом.

Полимеры имеют низкую теплопроводность, поэтому тара из них обладает относительным термоизолирующим эффектом.

Для укладки охлажденной рыбной продукции в некоторых случаях используют ящики из теплоизолирующего пенопласта.

К мягкой транспортной таре относятся мешки-вкладыши, применяемые на отечественных предприятиях для упаковки мороженой и соленой рыбы, кормового фарша и муки. Вкладыши выполняют из полиэтилена или полиэтиленцеллофана.

Мешки-вкладыши изготовляют согласно ОСТ 15-123—75 различных размеров. Сварные швы должны обеспечивать герметичность мешков. Мешки должны быть чистыми, без механических повреждений, определенной массы. Их используют как вкладыши в транспортную тару из картона, а при упаковке кормовой муки — в тканевые мешки.

Контейнеры и пакеты. Прогрессивный вид транспортной тары представляют собой контейнеры, облегчающие транспортные операции.

В контейнерах, применяемых для перевозки рыбы-сырца, совмещаются транспортные и технологические функции этих устройств, где рыба охлаждается и хранится при соответствующем температурном режиме.

За рубежом применяют изготовляемые из гофрированных пластмасс контейнеры многоразового использования, обладающие высокой прочностью, стойкостью по отношению к воде и агрессивным средам, имеющие небольшую массу и хорошую эластичность.

Широкое применение находят новые полимерные материалы для формирования мелкоштучных грузов в групповой упаковке — пакетах. К таким материалам относятся термоусадочные пленки, которые изготовляют из полиэтилена, поливинилхлорида, полипропилена и др.

Кроме пленок, для формирования грузов применяют полимерную растягивающуюся сетку.

Применение пленки для групповой упаковки мелкоштучных товаров дает большой экономический эффект вследствие рационального использования складских помещений и транспортных емкостей, а также ее сравнительно низкой стоимости.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. Консервная тара из белой жести имеет ряд существенных недостатков по сравнению с герметичной упаковкой из новых материалов. Объясните причины ее конкурентоспособности в настоящий период.

2. За рубежом для производства тары под рыбные продукты используют разнообразный материал: дерево, картон, бумагу, полимерные материалы, металлы, стекло. Чем можно объяснить одновременное применение взаимозаменяемых материалов для производства тары?

3. Для использования полимерной тары по санитарно-гигиеническим требованиям необходимо получить разрешение на каждый вид материала для каждого конкретного вида рыбной продукции. Выскажите свое мнение относительно причин, вызывающих такие требования органов здравоохранения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Беседина Т. В., Воробьев А. И., Козлова Т. В. Тара и упаковка в рыбной промышленности. — М.: Агропромиздат, 1987. — 255 с.

Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. — 422 с.

Быков В. П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. — М.: Агропромиздат, 1987. — 221 с.

Бэгшоу К. Мышечное сокращение. Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 128 с.

Зубарева О. К. Производство консервной тары. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 152 с.

Кизеветтер И. В., Суховеева М. В., Шмелькова Л. П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 112 с.

Щеникова Н. В., Кизеветтер И. В. Технология кулинарной продукции из нерыбного сырья. — М.: Агропромиздат, 1989. — 166 с.

Курко В. И. Основы бездымного копчения. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 231 с.

Леванидов И. П., Ионас Г. П., Слуцкая Т. Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов. — М.: Агропромиздат, 1987. — 160 с.

Сафронова Т. М. Аминосакхара промысловых рыб и беспозвоночных и их роль в формировании качества продукции. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 110 с.

Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин и др. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 296 с.

Флауменбаум Б. Л., Танчев С. С., Гришин М. А. Основы консервирования пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 194 с.

Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / И. А. Рогов, В. Я. Адаменко, С. В. Некрутман и др. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 288 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агар
Аденин 23, 25
Аденозин 23
АДФ 78
Активность воды 19, 44, 85
Актин 20, 21, 84, 91
Актомиозин 20, 21, 84
Аланин 78, 85
Альзрин 54, 96, 102
Аминосахара 58, 80
Аммиак 23, 24
АМФ 78, 84
Ансерин 23, 24, 25
Аргинин 78, 79, 84, 85, 87, 89, 91, 92
Астаксантин 76, 79, 102
Астацин 79, 96, 108
АТФ 20, 21, 59
АТФ-аза 20

Б

Бетаин 23, 24, 85, 87, 91
Биотин 73, 85, 92

В

Валин 71, 78, 79, 84, 85, 94
Витамины 58, 78, 86, 89
Воска 25

Г

Гексахлорциклогексан (ГХЦГ) 54, 58
Гексозамины 65, 80, 81, 85, 91
Гемоглобин 20, 58
Гемоцианин 88, 108
Гепарин 67, 75
Гипоксантин 23, 79
Гистамин 25, 85, 97, 102
Гистидин 23, 24, 25, 78, 85, 92, 97, 102
Гликоген 71, 80, 84, 85, 86, 91, 92, 108

Гликозаминогликаны 21, 68

Гликолипиды

Глицин 78, 35, 87

Глобулин X 20, 84

Глюкоза 73

Глюкозамин 77, 80

Гуанидин 24, 79

Гуанин 25, 66, 67, 93

Д

Диальдрин 54, 56

Диметиламин (ДМА) 24, 75

А-Диск 7

Г-Диск 7

Дихлордифенилдихлорэтан (ДДХ) 5, 4

Дихлордифенилдихлорэтилен (ДЦЭ) 54

Диэтиламин 75, 84, 108

З

Н-Зона 7

Зоостерин 80, 108

И

Изолейцин 71, 78, 84

Изоподы 49

Индол 78

Инозин 78, 84, 105

Инозит 58, 86, 93

Ихтиол 22, 28

К

Карнозин 25

Каротин 73, 78, 105

Каротиноиды 27, 76, 79, 93

Катепсины 67, 78, 105

Коллаген 21, 84, 86, 87, 96

Копеподы 49

Креатин 24, 85

Креатинин 24

Креатинфосфат 23, 28

Ксантин 25, 28

Л

Лейцин 57, 71, 80, 94

Лизин 57, 71, 79, 80, 84, 89, 92

М

Метионин 71, 85, 91

Миоальбумин 20, 84

Миоген 20, 84

Миоглобин 20, 21

Миозин 20, 84, 91

Миосепта 7, 15

Миофибрилл 19, 22

Мочевина (см. карбамид) 25, 62, 79

Н

Нематоды 45, 49

Ниацин (витамин Р) 73, 86

Нуклеотиды 67, 94

П

Пиридин 75

Полихлордифенилы (ПХД) 53, 55

Пролин 78, 85, 104

Пропанол

Простагландины 57, 77

Р

Рамноза 73, 84

Рибофлавин 93, 96

С

Саурин 68, 104

Семиомеланин 87, 94

Сепия 81, 82

С-ротонин 97

Сигуатеротоксин 49, 50

Сквален 27, 67

Скомбриотоксин 68, 75

Стерины 25, 27, 67

Стероиды 25, 95

Строма 84, 94

Т

Таурин 95, 102

Тетродотоксин 50, 51, 68

Тиамин (витамин В₁) 93, 94, 96

Тирозин 78, 79, 84, 95

Токоферол 27, 79

Треонин 58, 94, 102

Три-н-бутиламин 75, 84

Триметиламин (ТМА) 23, 24, 62, 71, 75, 87

Триметиламинооксид (ТМАО) 23, 71, 79, 85, 89, 91, 97

Триметилпиперазин 75, 82

Трипсин 67, 82

Триптофан 57, 71, 78, 79, 80, 92, 94

Тропомииозин 20

Тропонин 20

Ф

Фенилаланин 71, 84, 85

Феноксазин 88

Формальдегид 62

Фосфолипиды 26, 72, 86

Фракция белков

— — миофибриллярная 22, 71, 84, 87

— — саркоплазматическая 22, 71, 84

Х

Хитин 70, 71, 74, 78, 81, 87

Хитиназа 75, 81

Хитинсинтетаза 81

Хитобиаза 81

Хитотриаза 81, 82

Холестерол 80, 92

Холин 24, 72

Холестерин 25, 58, 67, 73, 79

Ц

Целлюлаза 75

Цианкобаламин 93, 102

Цистеин 71, 78

Цистин 71, 78

Э

Эластин 22, 86

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Раздел I. Технологическая характеристика сырья	5
Глава 1. Рыбы	5
§ 1. Строение тела и тканей	5
§ 2. Морфометрическая характеристика и массовый состав	9
§ 3. Структурно-механические характеристики	12
§ 4. Теплофизические свойства	14
§ 5. Электрофизические, оптические и акустические свойства	15
§ 6. Химический состав	16
§ 7. Факторы, влияющие на химический состав	34
§ 8. Органолептические свойства	37
§ 9. Гигиеническая характеристика	45
§ 10. Пищевая ценность рыбы	56
§ 11. Выбор путей направления рыбы в обработку	60
Контрольные вопросы и задания для самопроверки	68
Глава 2. Промысловые беспозвоночные и растения	68
§ 12. Ракообразные	68
§ 13. Головоногие моллюски	81
§ 14. Двустворчатые моллюски	92
§ 15. Иглокожие	98
§ 16. Беспозвоночные	101
§ 17. Водоросли и травы	103
Контрольные вопросы и задания для самопроверки	113
Глава 3. Посмертные изменения в сырье. Принципы его консервирования	113
§ 18. Стадии посмертных изменений	114
§ 19. Изменения в нерыбном сырье	129
§ 20. Качество рыбы и беспозвоночных	133
§ 21. Принципы и методы консервирования	141
Контрольные вопросы и задания для самопроверки	148
Раздел II. Материалы и тара	149
Глава 4. Материалы	149
§ 22. Компоненты пищевой рыбной продукции	149
§ 23. Пищевые добавки	153
§ 24. Моющие и дезинфицирующие средства	164
Контрольные вопросы и задания для самопроверки	165

Глава 5. Тара	166
§ 25. Потребительская тара	167
§ 26. Транспортная тара	182
Контрольные вопросы и задания для самопроверки	186
Список рекомендуемой литературы	187
Предметный указатель	188

Учебное издание

Сафронова Тамара Михайловна

СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Зав. редакцией *Л. В. Корбут*

Художественный редактор *Т. И. Мельникова*

Технический редактор *Н. А. Зубкова*

Корректор *В. В. Тумарева*

ИБ № 7373

Сдано в набор 03.08.90. Подписано в печать 17.10.90. Формат 60 × 88¹/₁₆.
Бумага офсетная № 2. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,76.
Усл. кр.-отт. 12,0. Уч.-изд. л. 13,62. Изд. № 152. Тираж 4000 экз. Заказ № 4017
Цена 45 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП-6,
Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 9 НПО "Всесоюзная книжная палата" Государственного
комитета СССР по печати. 109033, Москва, Волочаевская, 40.